31761 07475146 2

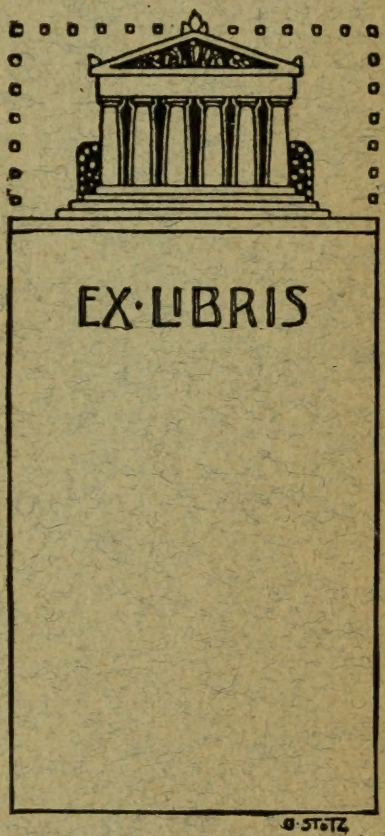
Die Alpen

von

Fr. Machaček

GB
543
A4M3

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig


EX·LIBRIS
B·STOTZ

Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens
Herausgegeben von Privatdozent Dr. Paul Herre

Im Umfange von 130—180 Seiten
Geh. 1 M. Originalleinenbd. 1.25 M.

Die Sammlung bringt aus der Feder unserer berufensten Gelehrten in anregender Darstellung und systematischer Vollständigkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung aus allen Wissensgebieten. Sie will den Leser schnell und mühelos, ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen, in das Verständnis aktueller wissenschaftlicher Fragen einführen, ihn in ständiger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft halten und ihm so ermöglichen, seinen Bildungskreis zu erweitern, vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, sowie neue Anregungen für die berufliche Tätigkeit zu gewinnen. Die Sammlung „Wissenschaft und Bildung" will nicht nur dem Laien eine belehrende und unterhaltende Lektüre, dem Fachmann eine bequeme Zusammenfassung, sondern auch dem Gelehrten ein geeignetes Orientierungsmittel sein, der gern zu einer gemeinverständlichen Darstellung greift, um sich in Kürze über ein seiner Forschung ferner liegendes Gebiet zu unterrichten. Ein planmäßiger Ausbau der Sammlung wird durch den Herausgeber gewährleistet. Abbildungen werden den in sich abgeschlossenen und einzeln käuflichen Bändchen nach Bedarf in sorgfältiger Auswahl beigegeben.

Über die bisher erschienenen Bändchen vergleiche den Anhang

Wissenschaft und Bildung
Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens
Herausgegeben von Privatdozent Dr. Paul Herre
29

Die Alpen

Von Machatschek
Dr. Fritz Machaček
Privatdozent für Geographie an der Universität Wien

Mit 23 Bildern u. Figuren im Text

563040
14 5.53

1908
Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

GB
543
A4M3

Alle Rechte vorbehalten.

Graphisches Institut Julius Klinkhardt in Leipzig.

Inhaltsverzeichnis.

		Seite
I.	Die Alpen im allgemeinen; Grenzen und Gliederung	1
II.	Geologische Geschichte und Aufbau der Alpen	11
III.	Das Relief der Alpen	31
IV.	Topographische Übersicht der Alpen	58
V.	Das Klima der Alpen	80
VI.	Wasser und Eis in den Alpen	94
VII.	Pflanzenkleid und Tierwelt in den Alpen	108
VIII.	Der Mensch in den Alpen	120

I. Die Alpen im allgemeinen; Grenzen und Gliederung.

Eine auffällige Gesetzmäßigkeit beherrscht den Aufbau unseres Kontinents. Den Norden nehmen vorwiegend ausgedehnte Tiefländer ein, aus denen sich ohne äußerlich erkennbaren Zusammenhang Gebirge erheben, denen eine regelmäßige Anordnung der Höhen zu langgestreckten Ketten fehlt. Solche Massengebirge sind die skandinavischen Gebirge, die wie isolierte Pfeiler rings aus dem umgebenden Flachland aufragenden Gebirge der britischen Inseln, und in ähnlicher Weise erheben sich, wie von einem kreuz und quer gezogenen Pflug regellos aufgeworfene Schollen, die deutschen und französischen Mittelgebirge. Eine ganz andere Anordnung aber gewahren wir in der Südhälfte Europas. Da schlingen sich um die Gestade des Mittelmeeres in geschwungenen Linien Kettengebirge, untereinander sich verknüpfend und stets neue Bogen entsendend, und bilden so einen großen, zusammenhängenden Gürtel, der auch die Nordküste Afrikas im Atlasgebirge umfaßt und sich in die Hochgebirgszone Asiens verfolgen läßt. Wohl ragen auch aus ihm wie fremde Körper einzelne Pfeiler auf, umrandet von bogenförmig verlaufenden Ketten, wie die Gebirge im Innern Spaniens oder im südlichen Teil der Balkanhalbinsel, oder es treten zwischen den Ketten weite Strecken ebenen Landes auf: die Poebene oder das innerungarische Tiefland. Aber im allgemeinen besteht doch ein durchgreifender Gegensatz zwischen den Massengebirgen des Nordens und der breiten Zone von Kettengebirgen im mediterranen Europa, der nicht nur in der äußeren Form und Anordnung zum Ausdruck kommt, sondern auch in der geologischen Vergangenheit begründet ist. Jene sind sog. Gebirgsrümpfe, die in sehr weit zurückliegenden Zeiten der Erdgeschichte als

Gebirge entstanden sind und seither fast ununterbrochen erhabene Teile der Landoberfläche gebildet haben; diesen ist ein verhältnismäßig jugendlicher und ungefähr gleichzeitiger Ursprung gemeinsam.

In dem Hochgebirgsgürtel des mediterranen Europas nehmen die Alpen nach Lage und Höhe eine dominierende Stellung ein; bogenförmig schließen sich an sie neue Ketten an; Apennin und Schweizer Jura im westlichen, Karpaten und die dinarischen Ketten in der Westhälfte der Balkanhalbinsel im östlichen Abschnitt. Sie bilden zusammen als „Alpensystem" den Gebirgskern Europas, eine wichtige Scheide in klimatischer Hinsicht und für das gesamte organische Leben, nicht zum mindesten auch für die Geschicke der Völker im Norden und Süden Europas.

Der innige Zusammenhang zwischen den einzelnen Gliedern des Alpensystems macht ihre deutliche Auseinanderhaltung und Abgrenzung mitunter nicht leicht: Am Golf von Genua berühren sich Alpen und Apennin. Eine Reihe wichtiger Pässe verbindet hier das Tiefland am Po und Tanaro mit der gesegneten Riviera, das Gebirge erfährt hier eine Erniedrigung und Verschmälerung; wie in den meisten Fällen hat auch hier die Natur eine breite Grenzzone, keine scharfe Grenzlinie geschaffen, an der sich zwei geographisch einheitliche Gebiete von einander scheiden ließen, und mehr aus praktischen Gründen pflegt man den Passo dei Giovi (472 m), der das Gebirge an der Stelle seiner geringsten Breite zwischen Genua und Alessandria überschreitet, als Grenze zwischen Alpen und Apennin und somit als Beginn des Alpenbogens anzunehmen. Von hier aus streicht dieser zuerst in südwestlicher Richtung als ligurische Alpen, trifft dann in den Seealpen westlich von Nizza auf die provençalischen Gebirge, in denen wir die letzten Ausläufer der Pyrenäen zu sehen haben, und wendet sich nun, beständig an Breite gewinnend, in scharfer Beuge nach NW und N, um dann an den Grenzen Frankreichs und der Schweiz in die nordöstliche Richtung überzugehen. Seine Höhen senken sich im Westen nach dem breiten Tieflandstreifen, den die Rhone zwischen Lyon und ihrer Mündung durchströmt; aber doch darf ihr Lauf nicht durchwegs als Grenze zwischen den Alpen und dem französischen Zentralplateau angesehen werden; denn unbekümmert um den sich weiter östlich darbietenden, bequemeren Weg schneidet sie mehrfach Sporne des Zentralplateaus ab. Schärfer gestaltet

sich der Abfall der Alpen nach O und S zu dem von ihnen umschlossenen Tiefland des Po und steht man auf einem der südlichsten Alpengipfel, etwa auf dem Gran Paradiso (4080 m), noch inmitten einer großartigen Hochgebirgsnatur, so ahnt das Auge bereits tief unten die sonnigen Gefilde Italiens; auf eine Entfernung von 25 km vollzieht sich hier ein Absturz von 3800 m Höhe.

An dem riesigen Eck- und Grenzpfeiler des Mont Blanc (4810 m) vollzieht sich der Übergang in die nordöstliche Streichungsrichtung der Alpen, die nun bis an die Ostgrenze der Schweiz beibehalten wird. Stets wendet das Gebirge den mauergleichen Abfall seinem Rücklande zu, während es sich gegen Nordwesten und Norden allmählich zu Hochflächen und Hügelländern austönt, die aus Ablagerungen alpinen Ursprungs aufgebaut sind und als Alpenvorland zusammengefaßt werden. Als schweizer Alpenvorland bilden sie zunächst den dreieckigen Raum zwischen Genfer- und Bodensee und dem Abfall der Schweizer Juraketten, die sich zwischen Isère und Rhone von den Alpen losgelöst haben und als selbständiges Gebirge bis an die Vereinigung von Aare, Reuß und Limmat reichen. An diesen Teil des Vorlandes schließt im Osten das deutsche Alpenvorland, vielfach, nicht ganz richtig, als schwäbisch-bayrische Hochebene bezeichnet, an, das im Norden eine sehr deutliche Begrenzung durch den Lauf der oberen Donau, im Osten durch Salzach und Inn erfährt. Es ist dem Teil der Alpen vorgelagert, der mit bereits west-östlicher Hauptrichtung nach Österreich herübergegriffen hat und nun immer mehr an Breite gewinnt. Während in der Schweiz die einzelnen Ketten wie zu einem festen Bündel zusammengeschnürt erscheinen, lockert sich nun ihr Zusammenhang und gleichzeitig werden die Höhen geringer. Immer neue Ketten tauchen im Süden aus der Poebene auf, so daß im Meridian von Verona (11° ö. v. Gr.) das Gebirge mit 250 km seine größte Breite erreicht. Auch hier bleibt noch der Gegensatz zwischen dem allmählichen Übergang zu den geringeren Höhen des Vorlandes im Norden und dem völlig unvermittelten Abbrechen des Gebirges zu der lombardischen und venetianischen Tiefebene im Süden erhalten. Verfolgen wir den nördlichen Alpenrand, so sehen wir ihn allmählich wieder eine mehr nordöstliche Richtung annehmen, das österreichische Vorland verschmälert sich immer mehr und geht schließlich oberhalb Wiens

zu Ende. Ähnlich wie früher die Rhone, bildet hier die Donau die ungefähre Grenze des Alpengebietes gegen die alten Massengebirge Böhmens, aber auch sie schneidet in malerischen Durchbrüchen von ihnen einzelne Vorsprünge ab. So tritt nun das Alpengebirge nahe seinem Ostende in unmittelbare Berührung mit dem deutschen Mittelgebirge und unweit davon entsendet es in den Ketten der Karpaten den Beginn eines neuen großen Gebirgsbogens. An der Stelle, wo sich diese drei Gebirge am nächsten kommen, zwischen einander breite Lücken öffnend, und an den Ufern eines mächtigen Stromes erwuchs als Großstadt Wien.

Der Verlauf der Ostgrenze der Alpen ist im einzelnen ein sehr verwickelter. Schon im Meridian von Salzburg erkennen wir das Bestreben der Alpenketten, auseinanderzustrahlen wie die Finger einer Hand oder die Ruten eines Bündels. Es tritt eine nach O immer deutlicher werdende „Virgation" (von lat. virga = Rute) der Ketten ein, so zwar, daß die nördlichsten ein nordöstliches, die mittleren ein östliches, die südlichen ein südöstliches Streichen einschlagen. Aber nicht alle tönen sich allmählich in die Ebene aus; ähnlich wie am Südrand sind auch hier am Ostrand mehrere Ketten jäh abgeschnitten, ihr weiterer Verlauf zur Tiefe niedergebrochen und es verläuft der Gebirgsrand unter spitzen Winkeln oder längs kesselförmigen Einbruchslinien. Zwischen ihnen aber setzen sich einzelne Ketten weit nach O fort; sie stellen eine enge Verbindung mit den Karpaten nahe der Donau her, durchziehen als ungarisches Mittelgebirge und als kroatische Inselgebirge die pannonischen Niederungen und schließlich schwenkt der südlichste Ast der Alpen, die julischen Alpen, in großer Breite nach SO längs der Adria ab; hier gehen die Alpen ohne scharfe Grenze in das dinarische Gebirgssystem über und nur als praktische Grenze dient die Linie, die von der Save durch die Täler der Zayer und Idria zum Isonzo und ans Meer reicht.

In ihrer Längserstreckung vom Golf von Genua bis in die Gegend von Wien bilden die Alpen somit einen gewaltigen, wirtelförmig verlaufenden Gebirgsbogen von etwa 1100 km Länge. Schon früh hat sich daher das Bedürfnis geltend gemacht, zum Zwecke der leichteren Übersichtlichkeit ihn durch Querlinien in mehrere Bogenstücke zu zerlegen, wobei man tief gelegene Paßstraßen als Grenzlinien wählte. So entstand die (in manchen Lehrbüchern noch immer wiederkehrende) Dreiteilung

des Alpenbogens in die französisch-italienischen Alpen, die man bis zum Großen St. Bernhard reichen ließ, in die Schweizer oder Mittelalpen, die man etwa durch die Furche des Reschen-Scheidecks begrenzte, und die Ostalpen. Eine solche Gliederung ist aber eine rein äußerliche und nicht im Bau des Gebirges begründet. Von einem höheren Standpunkte aus hat nur jene Gliederung eine Berechtigung, die die Alpen aus zwei nach ihrer geologischen Entwicklungsgeschichte und ihrem inneren Bau recht verschiedenen Bogenstücken bestehend betrachtet, die längs einer Grenzzone zusammengeschweißt erscheinen, und in dieser wählen wir die Linie, die durch das Rheintal bis oberhalb Chur, sodann durch das Tal des Hinterrheins und über den 2117 m hohen Splügenpaß ins Tal des Liro und der Mera zum Comersee führt, als Grenze zwischen West- und Ostalpen.

Schon die Betrachtung des Kartenbildes lehrt uns eine Reihe wichtiger Unterschiede zwischen diesen beiden Hauptabschnitten des Gebirges kennen. Es verlaufen die das lombardische Tiefland umschließenden Westalpen in einem in sich zurückkehrenden Bogen, die Venetien begrenzenden Ostalpen streichen vorwiegend geradlinig nach O. Es besitzen ferner die Westalpen durchaus größere absolute Höhen als die Ostalpen, in denen nur ein einziger Gipfel, der nahe der Grenze der beiden Teile stehende Piz Bernina, die Höhe von 4000 m überschreitet.

Es sind aber in den Westalpen auch die relativen Höhen, die Höhenunterschiede zwischen Berg und Tal, viel bedeutender als in den Ostalpen. Stehen wir in Chamonix am Fuße der Mont-Blancgruppe, so blicken wir steil zu deren Gipfeln auf über eine Höhendifferenz von über 3700 m; ähnliche Blicke gewährt das Berner Oberland oder die Matterhorngruppe. In den Ostalpen aber übersteigen die relativen Höhen selten 2500 m. So überragt der Gipfel des Großglockners die Talsohle von Heiligenblut um 2500 m, um ebensoviel der Ortler die von Trafoi. Es sind eben in den Westalpen die Täler tiefer in den Gebirgskörper eingeschnitten, die Gipfel höher emporgetürmt, der Gesamteindruck des Gebirges ist ein imposanterer als in den Ostalpen.

Während ferner in den Westalpen die Flüsse zumeist in direktem Laufe in Quertälern, senkrecht zum Streichen des Gebirges, dieses verlassen, entwickeln sich in den Ostalpen lang-

gezogene, breite Längstalfurchen, deren einzelne Glieder durch niedrige Talwasserscheiden oder bequeme Pässe verbunden sind.

Schließlich sehen wir in der Umgebung des Comersees eine Anzahl von Ketten aus dem Tiefland auftreten, die sich allmählich der herrschenden Streichungsrichtung anschmiegen; das Gebirge erfährt einen Zuwachs durch Angliederung einer neuen südlichen Zone, die den Westalpen völlig fehlt. Damit sind wir zu einem der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale im Bau der beiden Gebirgshälften gelangt. Betrachten wir nämlich die geologische Karte eines Kettengebirges, so sehen wir die einzelnen, das Gebirge aufbauenden geologischen Formationen, in Zonen angeordnet, die der Längsrichtung des Gebirges parallel verlaufen. In vielen Fällen bilden dabei die ältesten Gesteine der Erde, kristallinische Schiefer, eine mittlere Zone, an die sich zu beiden Seiten immer jüngere Formationen angliedern. Auch die Alpen besitzen eine sehr deutliche zonale Gliederung, aber es ist sowohl die Anordnung, als auch die Abgrenzung dieser Zonen in den West- und Ostalpen durchaus verschieden, und da ferner jede Gesteinszone einen bestimmten landschaftlichen Charakter zu eigen hat, ist auch die Reihenfolge im Wechsel der landschaftlichen Züge in beiden Gebirgshälften verschieden.

Versuchen wir es zunächst, auf einer Fahrt durch die Ostalpen, etwa von München nach Verona, einen Überblick über die wechselvollen und an verschiedene Gesteinszonen geknüpften landschaftlichen Bilder zu gewinnen. Wir durchmessen zuerst die freundlichen, waldigen und seenreichen Hügel des Vorlandes und erreichen den Fuß des Gebirges. Zuerst begegnet uns eine Schar von mäßig hohen Bergen mit rundlichen, einfachen Formen, zumeist aus einem leicht verwitterbaren Sandstein bestehend; sie bilden die erste, die sog. Sandsteinzone des Gebirges, die allüberall mit wechselnder Breite und Höhen, die selten 1000 m übersteigen, die Vorberge zusammensetzt, und ohne daß wir eine deutlich verfolgbare Tiefenlinie erkennen können, steigen hinter ihr höhere Berge von ganz anderem Charakter auf. Wir haben die Kalkzone erreicht und sehen in ihr entweder reihenförmig angeordnete Ketten mit schroffen Gipfelbauten und tief gescharteten Kammlinien, wie die Ketten des Karwendelgebirges oder des Kaisergebirges im Unterinntal, oder massig hingelagerte, von steilabfallenden Wänden ringsum begrenzte Stöcke und Plateaus, wie das Steinerne Meer oder das Dachsteinmassiv. Auf den

Höhen dieser Kalkklötze herrscht trostlose Öde; alles Wasser verschwindet in den Fugen und Klüften des Gesteins; das abfließende Regenwasser hat vermöge seiner lösenden Wirkung tiefe Rinnen eingegraben, die durch messerscharfe Grate getrennt sind. Das sind die Karrenfelder unserer Kalkalpen, die einen Formenschatz tragen, wie wir ihn in noch größerer Schärfe in den Karstländern an den Küsten der Adria wiederfinden. Verlassen wir in Wörgl das Tal und besteigen die aussichtsreiche Hohe Salve, so liegen im Norden die wild aufgetürmten, scharf profilierten Kalkketten; wir selbst aber stehen auf einem Berge von ganz anderem Aussehen; er wie seine Nachbarn erinnern uns weit mehr an die einfachen Formen der Sandsteinzone, es sind runde bewaldete Höhen von etwa 2000 m Höhe, aus dunklem Tonschiefer aufgebaut und an sich reizlos, aber wichtig wegen ihrer Lage zwischen den Kalkalpen im N und den nun hinter ihnen im Süden sich aufbauenden Ketten der innersten Zone der Alpen. Es schiebt sich also zwischen Kalk- und Urgesteinszone ein Band von Schiefern ein, die Schieferzone, die orographisch bald der einen, bald der anderen sich unterordnet. Denn unten im Inntal stehen wir in jener, das Gebirge von West nach Ost durchziehenden Tiefenlinie, die fast stets Gebirgsteile von durchaus verschiedener Physiognomie trennt; und kaum irgendwo in ihrem Verlaufe ist der Gegensatz zu ihren beiden Seiten schärfer als hier im Inntale, zu dem im N die schroffen vielgestalteten Kalkwände der Karwendelgruppe abstürzen, während im Süden einfache, sanft ansteigende Schieferberge lagern, wie der Patscherkofel bei Innsbruck. Über die Brennerfurche aber blicken bereits die schneegekrönten Häupter der Hauptkette herüber, die wir als Urgesteins-, Gneis- oder Zentralzone der Alpen von dem ihr vorgelagerten schmalen Band der Schieferalpen trennen. Eine ruhige Erhabenheit liegt hier über dem Gebirge ausgebreitet, im Gegensatz zu der phantastischen Wildheit des Kalkgebirges. In einfachen, stilvollen Linien steigen die Bergformen zu kühnen Hörnern und Spitzen an, scharf kontrastiert das Dunkel des Urgesteins zu den glitzernden Schneefeldern und blau schillernden Gletschern, die alle Hochmulden erfüllen und vielfach tief in die Täler herabsteigen. In diesen herrscht wieder das freundliche Grün, das uns die Alpen so lieb macht, überall rieselt es von Wasser über die bewaldeten Gehänge oder durch die Wiesentäler. So reihen sich zahlreiche Ketten hintereinander,

sei es in mehr regelloser Anordnung wie in den Ötztaler, oder zu mehreren scharf hervortretenden Hauptkämmen vereinigt, wie in den Zillertaler Alpen, und stets finden wir hier die größten Höhen des Gebirges. Durch die Urgesteinszone führt uns die Brennerlinie in eine Talfurche von ähnlicher Bedeutung, wie wir sie im Norden im Inntal kennen gelernt haben, in das breite Pustertal, das gleichfalls eine bedeutungsvolle Grenzlinie zweier durchaus verschiedener Landschaften bildet. Wieder werden die ernsten Töne des Urgesteins abgelöst durch die helleren, farbigen Töne des Kalkes, und treten wir durch eines der engen Täler, die sich zum Eisacktal öffnen, in die Welt der Dolomiten ein, so fühlen wir uns vielfach an die Kalkberge des Nordens erinnert. Wieder erscheinen die phantastischen Gipfelformen, Türme, Zacken und Nadeln, aber noch mehr als in der Kalkzone der Nordalpen ist hier das Gebirge in einzelstehende, rings tief umrandete und individualisierte Klötze aufgelöst, noch mehr kontrastiert das üppige Grün der wasserreichen Talgründe und Wälder zu den darüber nahezu unvermittelt aufsteigenden, kahlen und schneearmen Felswänden. Über das Ganze ist aber bereits die Sonne des Südens ausgebreitet, Vegetation und Siedelungsformen gemahnen uns daran, daß wir uns Italien nähern. Noch mehr hätte aber dieses Bild uns an die nördliche Kalkzone erinnert, wenn wir unseren Weg weiter westlich durch die Brentagruppe oder östlich durch die Karnischen Alpen gewählt hätten, wo ähnlich wie im Karwendelgebirge der Kettencharakter anstelle der isolierten Stöcke oder Plateaus tritt. So erreichen wir schließlich den Südrand des Gebirges und ohne daß sich hier noch wie im Norden eine Zone niedriger Vorberge einschiebt, fallen die Kalkberge unvermittelt und steil zu den Niederungen der Poebene ab. —

Unser Querprofil durch die Ostalpen hat uns ihre Gliederung in der Längsrichtung kennen gelehrt. Wir durchquerten nacheinander die Sandstein- (oder nach einem aus der Schweiz stammenden Ausdruck die Flysch-) Zone, die nördliche Kalkzone, die schmale, selten selbständige Schieferzone, die Urgesteinszone und endlich die südliche Kalkzone und nehmen eine Anordnung der Zonen in der Längsrichtung und mit verschiedenem Gesteins- und landschaftlichem Charakter in der Weise wahr, daß durch das Gebirge zwei große Längstalfluchten sich hindurchziehen, längs welcher in der Regel, wenn auch oft mit wichtigen Ausnahmen, sich die Abgrenzung der einzelnen Zonen durchführen

läßt, wobei sich die Sandsteinzone stets der nördlichen Kalkzone, das Zwischenglied der Schieferalpen bald dieser, bald der Urgesteinszone unterordnet.[1])

Wesentlich anders gestaltet sich der Wechsel des Landschaftsbildes, wenn wir eine ähnliche Durchquerung der Westalpen, etwa längs der Gotthardlinie unternehmen. Wieder durchmessen wir das anmutige Vorland, in dem der Wechsel von Wald-, Wiesen- und Feldflächen ein eigentümliches Mosaikbild hervorruft und erreichen eine Zone von mäßig hohen Vorbergen, deren Formen uns an die Sandsteinzone der Ostalpen erinnert. Wir bezeichnen sie nach einer in der Schweiz üblichen Benennung als Molassenzone. Hinter ihr treffen wir wieder, ohne Abgrenzung durch eine Talfurche, die Kalkberge, aber sie bilden hier keine geschlossene Einheit wie in den Ostalpen, Kalk- und Flyschberge durchdringen sich gegenseitig; und ebenso unmöglich ist es, die Kalkzone von der nun folgenden Urgesteinszone orographisch zu trennen. Die Grenze beider liegt mitten im Gebirge, oft, wie im Berner Oberland, in der Gipfelregion, so daß die nach N schauenden Gehänge aus Kalk, die Hauptmasse des Stockes bereits aus Urgestein besteht. Haben wir die Höhe des Gotthards erreicht, so befinden wir uns inmitten eines wasserscheidenden Paßgebiets, von dem Rhein, Reuß und Aare nach N, Tessin und Rhone nach dem Mittelmeergebiet abfließen und es entwickelt sich durch den Oberlauf der Rhone, Reuß und des Rheins eine die ganzen Schweizer Alpen in der Längsrichtung durchziehende Tiefenlinie, die ihre Entstehung dem Auftreten weicher Schiefer verdankt. Sie sind aber nicht wie die Schieferzone der Ostalpen, zwischen Kalk und Urgestein eingeschaltet, sonder als schmales Band in die Masse der Urgesteine eingeklemmt. Die Rhone-Rheintallinie ist also keine geologische Grenze, beiderseits hat das Gebirge gleichen Charakter und es besteht die ganze Masse der Schweizer Südalpen bis zum Abbruch zur Poebene aus Urgestein; eine südliche Kalkzone fehlt. Eine ähnliche Reihenfolge könnten wir auch in den französischen Westalpen, etwa längs der Mont Cenis-Linie, beobachten, aber hier fällt die Teilung des Gebirges nach Längszonen noch schwieriger und ist nur nach geologischen Gesichtspunkten durchführbar.

[1]) Auf die Einzelheiten dieser Gliederung kommen wir im IV. Kap. eingehend zurück.

Zu den früher angeführten, mehr äußerlichen Unterschieden zwischen West- und Ostalpen treten somit noch andere, im Bau des Gebirges begründete Merkmale: eine abweichende Anordnung der Gesteinszonen, namentlich das Fehlen einer südlichen Kalkzone in den Westalpen und die Unmöglichkeit, ihre Längszonen durch zusammenhängende Längstalfluchten abzugrenzen. So bilden West- und Ostalpen zwei wesentlich verschieden geartete Glieder des Gebirges, die längs der obengenannten Linie vom Bodensee zum Comersee verwachsen sind. Zu einem Verständnis der genannten Unterschiede aber gelangen wir erst durch die Betrachtung der geologischen Entwicklungsgeschichte des Gebirges, aus der sich noch eine Reihe anderer Verschiedenheiten ergeben wird.

II. Geologische Geschichte und Aufbau der Alpen.

Die geologische Geschichte der Alpen reicht bis in die ältesten Perioden der Erdgeschichte zurück. Die ältesten Gesteine sind auch in den Alpen die sog. kristallinischen Schiefer, Gneise, Hornblende-, Glimmer-, Chloritschiefer u. a., die bisher keine Spuren von Lebewesen geliefert haben, ohne daß wir deshalb schließen dürfen, daß zur Zeit ihrer Bildung überhaupt auf der Erde noch kein organisches Leben bestand. Sie sind entweder aus Sedimentgesteinen, d. h. aus Ablagerungen im fließenden oder stehenden, salzigen oder süßen Wasser, oder aus sehr alten Eruptivgesteinen hervorgegangen, die durch den Gebirgsdruck oder durch chemische Vorgänge ihre einstige Struktur eingebüßt haben. Tatsächlich gehen die Gneise in vielen Fällen unmerklich in echte massige Granite über, die wir uns als sehr alte Einpressungen, sog. Intrusionen, in die ältere Schieferhülle vorzustellen haben; man spricht in solchen Fällen von Zentralgneis und Zentralgranit und nennt die von ihnen zusammengesetzten, zumeist elliptisch in der Längsrichtung gestreckten Teile des Gebirges Zentralkerne oder Zentralmassive; mit den sie umhüllenden Schiefern sedimentären Ursprungs setzen sie als Urgesteine die Hauptmasse der sog. Zentralketten der Alpen zusammen. Daß sie aber hier entblößt zutage liegen, ist kein ursprünglicher Zustand. Denn einerseits sind der Granit und andere ihm verwandte Eruptivgesteine, wie Diorit, Diabas, Gabbro, Serpentin, nicht an der Oberfläche, sondern in großen Tiefen erstarrt, anderseits findet man vielfach über dem Urgestein vereinzelte Vorkommnisse von Sedimentgesteinen, so daß sich einst eine zusammenhängende Decke dieser Bildungen über die heutige Zentralzone der Alpen gebreitet haben muß, die seither wieder durch die zerstörenden Kräfte des Landes abgetragen wurde.

In den Ostalpen konnte man nachweisen, daß die Granitintrusionen nicht so sehr in der Urzeit der Erde, der sog. archäischen Periode, sondern namentlich in der auf sie folgenden paläozoischen Ära stattgefunden haben, deren Ablagerungen gleichfalls noch in der Berührung mit den glutflüssigen Massen in ihrer Struktur und Zusammensetzung verändert worden sind. Der größte Teil der Westalpen scheint nun während der ganzen paläozoischen Zeit ein von Vulkanen besetztes Festland gewesen zu sein, da Ablagerungen aus den älteren Teilen dieser Periode, dem Kambrium, Silur und Devon, gänzlich fehlen und auch das darauffolgende Karbon ist in der Schweiz nur durch küstennahe Bildungen, namentlich durch das sehr mächtige Verrucano-Konglomerat vertreten. In den Ostalpen hingegen nehmen Ablagerungen dieser Zeit große Räume ein. Einen großen Teil der zwischen den nördlichen Kalkalpen und den Zentralalpen eingeschalteten Schiefer pflegt man der paläozoischen Ära zuzuschreiben, vorwiegend dem Silur; auch die berühmten Eisenerzlagerstätten von Nordsteiermark dürften hierher gehören. In den Karnischen Alpen ist Silur, Devon und Karbon durch sehr mächtige Schichten marinen Ursprungs vertreten, von ihnen ist auch die sog. Grazer Bucht umrandet. Es waren also die Ostalpen während der paläozoischen Zeit vorwiegend vom Meere bedeckt, das gegen den Schluß dieser Periode immer seichter wurde, so daß im oberen Karbon, in der Zeit der Bildung der bedeutendsten Kohlenflötze, auch hier Landzustände herrschten. In diese Zeit fällt aber noch ein anderes wichtiges Ereignis. Gegen Schluß des Karbons nämlich wurde sowohl das kristallinische Grundgebirge, als die es überlagernden paläozoischen Schichten zu einem Faltungsgebirge aufgetürmt; es entstanden die ältesten Alpen, die in ihren Umrissen und ihrem Verlauf bereits Anklänge an das heutige Gebirge zeigen; durch spätere Bewegungen, namentlich durch Einbrüche wurde dieses Gebirge wieder zerstückelt und überdies wurde es durch die Kräfte des Landes abgetragen und zerstört und es gingen daraus neue Ablagerungen hervor, die sog. Permschichten, den Schluß der paläozoischen Ära bildend; in den Westalpen fallen in diese Zeit Porphyrausbrüche, in den Südalpen jedoch beginnt in der Oberstufe des Perms abermals die Herrschaft des Meeres.

Auch das nun folgende Mittelalter der Erde, die mesozoische Ära, zeigt in West- und Ostalpen durchaus verschiedene Ent-

wicklung. Ihr erster Abschnitt, die Trias, beginnt im Westen mit einer Überflutung der unebenen Festlandsoberfläche durch ein seichtes Meer; die Ablagerungen dieser Zeit, in der sog. helvetischen Fazies entwickelt, nehmen aber einen sehr geringen Anteil am Aufbau des Gebirges ein und durch lange Zeiten dürfte das helvetische Gebiet Festland gewesen sein. In der darauf folgenden Juraperiode wurde das Meer tiefer und namentlich im mittleren Jura, in der sog. Malmzeit, wurden sehr mächtige, helle Kalke abgelagert, die man in der Schweiz als Hochgebirgskalk bezeichnet und die den Hauptanteil am Aufbau der französischen und schweizer Kalkzone haben. Auch der dritte Abschnitt, die Kreidezeit, ist in den Westalpen durch reiche Entwicklung kalkiger Ablagerungen ausgezeichnet. Überdies gehört aber vorwiegend dem Jura noch ein sehr merkwürdiger Komplex von kalk- und glimmerreichen Schiefern an, die man als Glanzschiefer (schistes lustrés) oder Bündtner Schiefer bezeichnet und die als breites Band innerhalb der Zentralzone aus den französischen Alpen durch das Wallis (oberes Rhonetal) und obere Rheintal bis nach Tirol verfolgbar sind und, aus marinen Sedimenten hervorgegangen, durch den Gebirgsdruck zumeist kristallinische Struktur angenommen haben. Der Boden der Westalpen war aber während der letzten Abschnitte der mesozoischen Zeit von einem Meere bedeckt, das einen Teil des damaligen Mittelländischen Meeres bildete. Dabei kam es allerdings häufig zu Schwankungen des Meeresbodens, ja, das Auftreten von Korallenkalken beweist eine gelegentlich sehr geringe Tiefe des Meeres, nirgends aber finden wir Spuren von gebirgsbildenden Bewegungen in der mesozoischen Zeit.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in den Ostalpen. Anstelle des seichten Triasmeeres der Westalpen tritt hier ein bedeutend tieferes Meer, dessen Ablagerungen, in der sog. pelagischen Fazies entwickelt, eine außerordentlich große Mächtigkeit besitzen und deren Einzelgliederung erst in den letzten Jahren gelöst werden konnte. Die Basis der ostalpinen Trias bildet überall eine kalkarme Schichtgruppe, die Werfener Schiefer, darüber folgt eine sehr mächtige, untere kalkreiche Gruppe, die u. a. die Kalkmassen des Wettersteingebirges oder der Ennstaler Alpen zusammensetzt; es folgt abermals eine kalkarme Gruppe, die Cardita- oder Raibler-Schichten, die in den ganzen Ostalpen sehr gleichmäßig entwickelt sind und ein Seichterwerden des Meeres, ja

an einzelnen Stellen sogar ein Auftauchen des Landes anzeigen; eine abermalige Senkung brachte dann die obere kalkreiche Gruppe zur Ablagerung, deren wichtigste Bildungen als Hauptdolomit und Dachsteinkalk bezeichnet werden, die gleichfalls einen hervorragenden Anteil am Aufbau der ostalpinen Kalkberge, namentlich der mächtigen Kalkhochflächen des Steinernen Meeres, des Dachsteinplateaus u. a. haben. Eine obere kalkarme Gruppe, die Kössener Schichten, bildet endlich den Abschluß dieser ostalpinen Trias. Zu ihren besonderen Eigentümlichkeiten gehört ferner das häufige Vorkommen ungeschichteter Kalk- und Dolomitmassen, die nach Art heutiger Korallenriffe isoliert auftreten und durch ihre Vergesellschaftung mit den Ablagerungen submariner Eruptionen in Südtirol die wunderbare Vielgestaltigkeit und landschaftlichen Reize der „Dolomiten" bedingen. Wir haben uns also vorzustellen, daß hier in mehreren Unterbrechungen und unter Senkung des Meeresbodens mächtige Korallenriffe in die Höhe wuchsen, während gleichzeitig am Meeresboden an mehreren Stellen Eruptionen erfolgten, deren Aschen und Tuffe zwischen den Korallenriffen abgelagert wurden oder diese bisweilen ganz überdeckten oder in sie zackenförmig eingriffen. So besitzt also die ostalpine Trias eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Ausbildung, die scharf kontrastiert zu der dürftig entwickelten helvetischen Fazies. Diese hochmarine Fazies bricht unvermittelt am Rheintal ab und erst in der obersten Trias, der sog. rhätischen Stufe, beginnt eine nähere Übereinstimmung, indem das Meer allgemein um sich greift und im Jura eine neue Entwicklungsphase der Lebewesen beginnt.

Obwohl aber die Ostalpen während der ganzen Jura- und des unteren Teiles der Kreidezeit noch vom Meere bedeckt waren, so spielen doch die Ablagerungen dieser Perioden im Aufbau der beiden Kalkzonen eine geringe Rolle; sie sind bis auf isolierte Vorkommnisse in den darauffolgenden Festlandsperioden wieder zerstört worden und wir haben in den Ostalpen kein Seitenstück zu den mächtigen Hochgebirgskalken des Malms der Schweizer Alpen. Der wesentlichste Unterschied aber in der mesozoischen Geschichte des ostalpinen und westalpinen Bodens besteht darin, daß auf jenem in der Mitte der Kreidezeit die Meeresbedeckung zu Ende geht und gleichzeitig eine abermalige Aufrichtung der abgelagerten Schichten zu einem Gebirge stattfand. In einzelnen Buchten greift das Meer von Norden in die Täler dieses nun

geschaffenen Gebirges ein und lagert hier seine Strandbildungen, die Gosaukonglomerate, ab. In den südöstlichsten Teilen der Ostalpen aber dauert die Herrschaft des Meeres noch an und hier gehen die Kalke der oberen Kreide ohne Unterbrechung in die der dinarischen Ketten über. Auch die heutigen nördlichen Randzonen der Ostalpen blieben noch vom Meere bedeckt und es beginnt hier bereits in der oberen Kreide die Ablagerung von Sandsteinen und Schiefern, die man als Flysch zusammenfaßt. Wir sehen also von der Periode der oberen Kreide an das Meer wieder an Ausdehnung gewinnen und auch die älteren Abschnitte der nun folgenden Tertiärzeit beherrschen.

In den Westalpen ist die in der oberen Kreide eingetretene Periode der Gebirgsbildung nicht nachgewiesen und es dauert die Meeresbedeckung ununterbrochen bis zum jüngeren Tertiär an. Aus dieser Zeit, dem Eozän und Oligozän, stammen der Flysch der Westalpen, ferner Nummulitenkalke und vulkanische Tuffe, die am Meeresboden zur Ablagerung kamen. Sie sind aber keineswegs auf die Randzone beschränkt, sondern greifen ins Innere des Gebirges ein und setzen Berge von über 3000 m Höhe zusammen. Nur lokal scheinen im Eozän Inseln aufgetaucht zu sein; hingegen muß in dieser Zeit in einer heute wieder verschwundenen Zone eine Gebirgsbildung eingetreten und ein Festland aufgebaut worden sein. Im mittleren Tertiär, im Miozän, gewann dieses nach Norden hin an Ausdehnung; das Meer dieser Zeit, in dem die sehr verschiedenartigen Bildungen der Molasse abgelagert wurden, die aber nirgends in das Gebirge eingreifen, brandete an gefalteten alpinen Ketten. Auf die Ablagerung der Molasse fällt die endgültige und entscheidende Aufrichtung des Gebirges, während sich an seinem Nordrand und Südrand noch Ausläufer des Mittelländischen Meeres erstreckten, im Norden durch das Rhonetal vordringend und das heutige Alpenvorland bis nach Österreich bedeckend.

Auch im Tertiär finden sich wesentliche Unterschiede in der Entwicklung von West- und Ostalpen. Wir sehen die Bildung des ostalpinen Flysches noch in die obere Kreide hinüberreichen und es fehlt hier jede scharfe Grenze des mesozoischen und känozoischen Zeitalters, dessen älteren Abschnitt eben die Tertiärzeit bildet. Das Meer der Flyschzeit bildete also einen schmalen Streifen zwischen Alpen und deutschem Mittelgebirge und reichte

nirgends in das Innere des Gebirges hinein. Dies war die letzte Meeresbedeckung auf dem Boden der heutigen Ostalpen; denn nun trat auch hier und zwar schon früher als in den Westalpen, nämlich im Miozän, die letzte Faltung ein, durch die die Flyschzone und die Hauptmasse der südlichen Kalkalpen dem bereits bestehenden Gebirge angegliedert wurde; gleichzeitig damit fanden am Rand des Gebirges Einbrüche statt und das Meer des Vorlandes und des ungarischen Beckens drang noch stellenweise in die entstandenen Lücken und füllte sie mit seinen Ablagerungen, die in den südlichen Ostalpen auch noch gefaltet wurden. Schließlich bestand das Meer nur mehr außerhalb des Bereiches des heutigen Gebirges, im Vor- und Rückland der West- und Ostalpen; es zog sich zu einzelnen Becken zurück, die allmählich ausgesüßt und ausgefüllt wurden und gegen den Schluß der Tertiärzeit sehen wir endlich die heutige Verteilung von Land und Meer, von Hoch und Niedrig erreicht.

Die Geschichte des alpinen Bodens stellt sich somit als sehr wechselvoll und in den beiden Hauptabschnitten des Gebirges als recht abweichend dar. Mehrfach, in den Westalpen zweimal, in den Ostalpen dreimal wurde die Sedimentation durch Landzustände unterbrochen, die abgelagerten Schichten von gebirgsbildenden Bewegungen der Erdkruste ergriffen und zu Gebirgen aufgerichtet, so daß dem bereits bestehenden Stamm neue Zonen angegliedert wurden. So kam schließlich die außerordentlich komplizierte Struktur des gegenwärtigen Alpengebirges zustande, auf deren Einzelheiten wir nun näher eingehen wollen.

Jede Ablagerung einer Schicht unter Mitwirkung des Wassers erfolgt ursprünglich in der Horizontalen, so daß die jüngeren Schichten jeweils horizontal und „konkordant" über den älteren gelagert erscheinen. Wenn nun an benachbarten Orten entweder Schichten, die wir nach ihrem Gehalt an fossilen Resten von Organismen als gleichaltrig ansehen müssen, in verschiedenen Höhen, oder verschiedenaltrige Schichten in gleichen Höhen auftreten und überdies die ursprüngliche Horizontalität verloren gegangen ist und die Schichten unter verschiedenen Winkeln aufgerichtet, senkrecht gestellt oder sogar überkippt sind, so müssen wir schließen, daß sie während oder nach ihrer Ablagerung dislozierd wurden oder Störungen erfahren haben, die ihren Sitz und ihre Ursache im Innern der Erde haben; es haben also von innen heraus, sog. endogene Kräfte gewirkt, die imstande sind, Gebirge zu schaffen. Alle Störungen des Schichtbaus lassen sich in zwei große Klassen unterscheiden; solche, bei denen die Verschiebung senkrecht zur Erdoberfläche, also in der Richtung nach dem Erdmittelpunkt, radial erfolgte, und solche, die in der Richtung der Erdoberfläche, also tangential zu dieser geschahen.

Die radialen Störungen erscheinen vorwiegend als Brüche, durch die der Zusammenhang ursprünglich einheitlicher Massen zerrissen ist und die meistens unter steilem Winkel in die Tiefe setzen. Längs einer solchen Bruchlinie hat eine Verschiebung der Massen in der Regel in der Weise stattgefunden, daß der eine Flügel stehen blieb, während der andere längs der Spalte in die Tiefe abgesunken ist; es trat eine Verwerfung ein (Abb. 1) und man bezeichnet den Betrag, um den die eine Scholle gegen die andere in der Vertikalen verschoben wurde, als Sprunghöhe der Verwerfung. In den meisten Fällen sind solche Verwerfungen oberflächlich nicht sichtbar, da die gleichmäßig wirkende Abtragung des Gebirges die entstandenen Höhenunterschiede zumeist während ihrer Bildung bereits wieder verwischt hat. Oft ist es bei dem Absinken einer Scholle zu keiner völligen Zerreißung gekommen, sondern es neigt sich ein horizontaler Schichtkomplex

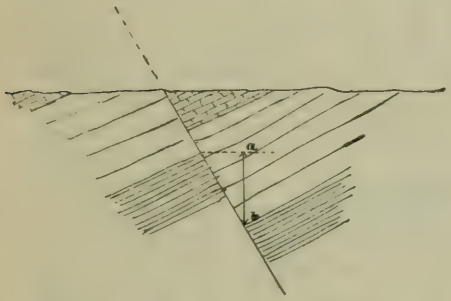


Abb. 1. Verwerfung.
a—b: Sprunghöhe.

Abb. 2. Flexur.

plötzlich zur Tiefe und streicht dann in tieferem Niveau wieder ungestört weiter. Eine solche Lagerungsform bezeichnet man als Flexur (Abb. 2); längs derselben Linie kann eine Verwerfung in eine Flexur übergehen, diese selbst sich mit immer flacherer Beugung fortsetzen und schließlich in ganz ungestörte Lagerung übergehen.

Die Richtung der Brüche im Verhältnis zum Verlauf des Gebirges kann sehr verschieden sein. Sie können als Längsbrüche in der Hauptrichtung des Gebirges verlaufen, als Querbrüche dieses senkrecht zum Streichen durchsetzen, als peripherische Brüche in Bogenform ein gesenktes Land umgrenzen oder in nahezu halbkreisförmigem Verlauf als Kesselbrüche am Gebirgsrande auftreten. Schließen sich mehrere Brüche zusammen, so umgrenzen sie ein gewöhnlich polygonal oder elliptisch gestrecktes Senkungsfeld. Häufig erfolgen mehrere Brüche parallel zu einander in gleichem Sinne, so daß die einzelnen Schollen gegen einander längs sog. Staffel- oder Treppenbrüche abgesunken sind, oder es begrenzen zwei parallele Brüche eine stufenförmig abgesunkene Scholle als einen Graben, während die zu beiden Seiten stehengebliebenen Pfeiler sich als Horste aus ihrer Umgebung hervorheben (Abb. 3).

Neben den echten Verwerfungen kommen auch Verschiebungen benachbarter Gebirgsstücke in horizontalem Sinne vor, so daß ein Glied gegen das übrige Gebirge vorgerückt ist; man bezeichnet diese Dislokationsform als Blätter; geschieht die Verschiebung nicht längs geradlinig ver-

laufender Brüche, sondern durch zusammenhängende Umbiegung, so spricht man von sigmoider (vom griech. Buchstaben Sigma) Krümmung einer Gesteinszone.

Die radialen Dislokationen bedeuten zumeist die Auslösung von in der Erdkruste bestehenden Spannungen, also eine Zerreißung der Masse; es können daher längs solcher Spalten die in glutflüssigem Zustande befindlichen Massen aus größeren Tiefen emporsteigen und die Oberfläche erreichen. Tatsächlich stehen in vielen Fällen große Bruchlinien mit vulkanischen Erscheinungen oder deren letzten Nachzüglern, mit heißen Quellen oder Erdbeben, in Verbindung.

Auch unsere Alpen, obwohl sie im allgemeinen ein Gebiet der Zusammenpressung der Kruste darstellen, sind reich an radialen Störungen. Ein großer Teil der Südalpen ist längs Brüchen zur Tiefe abgesunken.

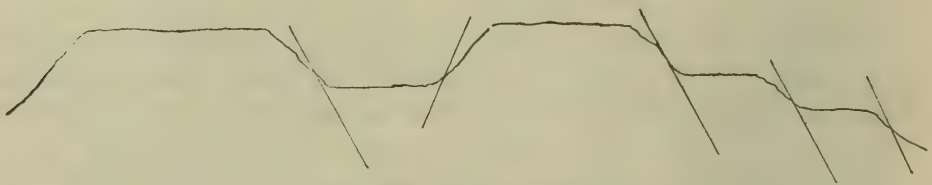


Abb. 3. Schollenstruktur.

Abb. 4. Faltenstruktur.

Längs einer durch das Auftreten von heißen Quellen gekennzeichneten Linie ist die Kalkzone und ein Teil der Flyschzone südlich von Wien abgesunken und Kesselbrüche bezeichnen den Rand der Ostalpen gegen das ungarische Tiefland, das in seiner Gänze ein großes Senkungsfeld darstellt. Die südlichen Ostalpen sind nach allen Richtungen von Bruchlinien durchsetzt, mit denen das Auftreten vulkanischer Massen zusammenhängt; den großartigsten Fall einer solchen Dislokation bedeutet die sog. Judikarienlinie, die über 100 km lang aus dem Judikariental, dem Tal des in den Idrosee mündenden Chiese, in nordnordöstlicher Richtung bis ins Etschtal südlich von Meran verfolgbar ist und längs welcher das aus Kalk bestehende Gebirge zur rechten stellenweise um 2000 m gegen den linken, der Urgesteinszone angehörenden Flügel abgesunken ist; auch hier geht (im Val di Daone) echter Bruch in Flexur über und treten mit ihm vulganische Erscheinungen in innigen Konnex.

In ihrer Gesamtheit aber sind die Alpen kein Bruch- oder Schollenland, sondern es beherrschen tangentiale Störungen ihren Bau. Die (vergl. Abb. 4) Schichten sind in eine ganze Schar von parallel streichenden Falten aufgewölbt. Jede Falte besteht aus einem Sattel oder einer Antiklinale und einer Mulde oder einer Synklinale, deren einzelne Flügel

man als Schenkel bezeichnet. Je nach der Stellung der Faltung unterscheidet man stehende, schiefe, liegende und fächerförmige Falten; bald streichen mehrere Falten in großer Regelmäßigkeit wie die Wellen einer Wasserfläche nebeneinander dahin, bald verflachen sie sich wieder, keilen aus, spalten sich oder werden von anderen abgelöst. Die Kammlinie einer Falte verläuft in der Regel nicht horizontal, sondern senkt und hebt sich; das untertauchende Ende eines Antiklinale wird als ihre Walmseite bezeichnet. In vielen Fällen sind mehrere Falten in einander verknetet oder zusammengepreßt; dabei werden die innern Schichtpartien am meisten in Anspruch genommen, sie werden gestreckt und ausgewalzt, die Sattel- und Muldenpartien erfahren eine Verdickung; erstere erleiden also einen Verlust ihrer Mächtigkeit, man spricht von „reduzierten Mittelschenkeln". Ist eine Falte überliegend, so muß sich im Mittelschenkel die verkehrte Schichtfolge einstellen, so daß ältere Schichten über jüngere zu liegen kommen. Geht die Auswalzung noch weiter, so tritt eine völlige Zerreißung der Schichten ein und es schiebt sich der hängende Teil der Falte über den liegenden. So gehen aus zu weit getriebenen Falten Überschiebungen hervor, wobei jüngere und ältere Schichten längs einer Rutschfläche zusammenstoßen; wenn sich dieser Vorgang in mehreren aufeinander folgenden Falten wiederholt, so liegen Pakete derselben Schichten in mehrfacher Wiederholung übereinander; man bezeichnet diesen Typus als Schuppenstruktur.

Großartige Überschiebungen bis zu einem Ausmaß von Hunderten von km in der Streichungsrichtung und vielen km in der Schubrichtung sind namentlich in der letzten Zeit in fast allen Gebirgen nachgewiesen worden; wir werden ihrer bei der näheren Betrachtung der Struktur der Alpen noch eingehend zu gedenken haben. Jede intensive Faltung setzt ferner einen gewissen plastischen Zustand der scheinbar starren Gesteinsmassen voraus, der nur dann erklärbar ist, wenn wir uns diese Vorgänge in großen Tiefen sich vollziehen denken, wo auch spröde Massen durch die Belastung in einen teigartigen, zähflüssigen Zustand gebracht wurden. Dabei ordnen sich die Gesteinsmoleküle unter Wirkung des Drucks neu an, und zwar in Lagen senkrecht zur Druckrichtung; so entsteht die sog. Druck- oder Transversalschieferung vieler Gesteine, die dadurch ihre ehemalige Struktur gänzlich verloren, ja sogar ihre mineralogische Zusammensetzung geändert haben. So haben die oben genannten Schistes lustrés, vielleicht auch ein großer Teil der Schieferzone der Ostalpen ihre halbkristallinische Struktur den mit der Gebirgsbildung verbundenen Vorgängen zu danken.

Die Methode, um das geologische Alter einer Störung oder Dislokation zu bestimmen, ist sehr einfach. Man untersucht nach dem Fossiliengehalt einerseits, welcher Formation die jüngste noch von der Störung betroffene Schicht angehört, anderseits stellt man das Alter der von der Aufrichtung nicht mehr berührten Schicht fest. Es muß also die Störung zwischen die Ablagerung der aufgerichteten und der darüber lagernden Schicht fallen. Man spricht in solchen Fällen von Diskordanzen und bezeichnet die obere Schicht als diskordant über der untern lagernd. So liegen z. B. in den Ostalpen an vielen Stellen Schichten der oberen Kreide diskordant über gefalteten oder aufgerichteten Schichten älterer Formationen, woraus hervorgeht, daß in den Ostalpen schon vor der obern Kreide eine Gebirgsbildung stattgefunden hat (vgl. Abb. 5).

Auf das Wesen und die letzten Ursachen der Gebirgsbildung kann hier nicht eingegangen und muß auf die Lehrbücher der Geologie verwiesen werden. Es genüge zu bemerken, daß auch für die Alpen noch immer jene Erklärung am besten Anwendung findet, die man als Kontraktionstheorie zu bezeichnen pflegt. Als ein wärmeverlierender Körper muß die Erde infolge der Abkühlung an Volumen abnehmen und zwar am meisten in den tieferen glutflüssigen oder gasförmigen Teilen, während die oberflächliche starre Kruste ihr Volumen beibehält. Daraus müssen sich notwendig seitliche Spannungen ergeben; die einzelnen Teile der Kruste können dem Schrumpfen des Kerns nicht folgen, müssen sich aneinander

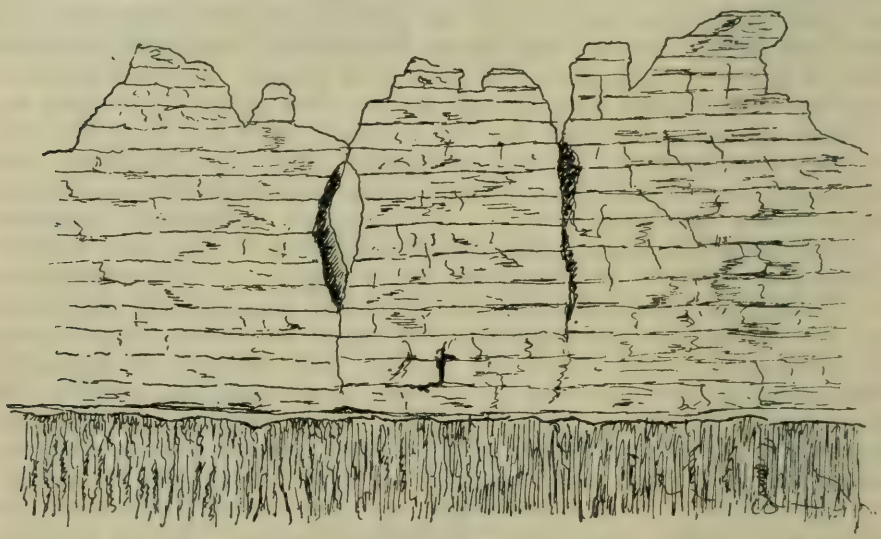


Abb. 5. Der Gipfel des Aiguilles Rouges (nach A. Favre).
Horizontal geschichteter Jurakalk über aufgerichtetem Grundgebirge.

stauen und schieben sich zusammen; es tritt eine Faltung ein, die stets mit Raumverlust verbunden ist. Allerdings besitzt auch diese Theorie ihre bedeutenden Schwächen. Sie vermag uns nicht zu erklären, warum gerade in gewissen Perioden der Erdgeschichte die gebirgsbildenden Kräfte besonders tätig waren, warum gerade gewisse Teile der Erdoberfläche von ihnen am meisten und mehrfach ergriffen wurden, während andere sich gleichzeitig vollkommen starr verhielten. So steht dem labilen Boden der Alpen die stabile böhmische Masse gegenüber, in der seit Schluß der paläozoischen Periode sich keine Faltungsvorgänge mehr abgespielt haben.

Bevor wir auf die Einzelschilderung der strukturellen Verhältnisse der Alpen eingehen, muß nachdrücklichst betont werden, daß unser Wissen darüber auch heute noch ein sehr lückenhaftes ist, obwohl oder vielleicht weil die Alpen zu den bestbekannten und am längsten durchforschten Teilen der Erdoberfläche gehören. Abgesehen von den der Untersuchung selbst entgegen-

stehenden Schwierigkeiten, die jedes Hochgebirge bietet, hat gerade die vertiefte Forschung der letzten Jahre allenthalben neue Probleme zutage gefördert, so daß wir von einem klaren Verständnis aller Einzelheiten weiter entfernt sind, als man vor kurzem noch glaubte. Es kann daher hier auch nur ein kurzer Überblick geboten werden.

Für den Bau der französischen Alpen ist das Auftreten mehrerer inselartiger Zentralmassive charakteristisch, die sich hier deutlich in zwei Zonen scheiden; die äußere Zone, die erste „zone alpine", bilden Seealpen, Pelvoux, Belle Donne, Grandes Rousses, Mont Blanc und Aiguilles rouges, die innere, die vierte „zone alpine", Monte Viso und Gran Paradiso; zwischen beide ist ein breiter Streifen von Sedimenten eingeklemmt, die die zweite und dritte „zone alpine" oder die Zone des Briançonnais bilden (nach der Stadt Briançon) und aus sehr energisch gefalteten permischen und karbonischen Schichten, mesozoischen Kalken, namentlich aber den schon besprochenen „schistes lustrés" besteht. Die äußerste Zone des Gebirges bilden sehr steil gestellte, stets gegen W sich neigende Falten aus Jurakalken, die „chaîne subalpine". Zu dieser starken Faltung am Gebirgsrand kontrastiert auffällig die scheinbar ungestörte, tafelförmige Lagerung derselben Schichten gegen das Innere des Gebirges, z. B. am Südwestende des Mont-Blancmassivs. Man sieht aber weiter gegen SO diese Schichten steil in die Tiefe fallen und in zahlreichen spitzen Mulden sich im kristallinischen Gestein auskeilen; es sind von SO her mehrere Falten deckenförmig gestreckt und übereinander geschoben worden. Es liegt also tatsächlich hier sehr intensive Faltung vor und die Schichten sind durch Auswalzung weit von ihrem Ursprungsort, in dem sie noch wurzeln, herausbewegt worden. Diese Erscheinungen beherrschen nun auch den Bau der nach W folgenden Schweizer Alpen.

Zunächst entfaltet sich zwischen dem Vorland und der weiter verfolgbaren Zone des Mont-Blanc eine selbständige voralpine Zone, die „Préalpes" des Voirons, Chablais und von Freiburg, die nach O immer schmäler wird. Hier treten östlich vom Thuner See inmitten der scheinbar normal gefalteten Ketten einzelne Berge auf, die schon durch ihre auffällige Form fremd anmuten, wie die Kalkklötze der Mythen bei Brunnen, die gänzlich abweichen von den Gesteinen der benachbarten Kalkketten; unweit davon erheben sich bei Iberg einzelne solcher „Klippen" aus kristallinischen

Gesteinen, die gleichfalls der Umgebung ortsfremd sind. Diese Klippen wurzeln aber nicht in der Tiefe, sondern schwimmen gleichsam auf ihrer Unterlage und bilden die letzten Reste einer einst zusammenhängend über die nördlichen Alpen gebreiteten Decke, die durch eine großartige Überschiebung hierher gebracht worden ist. Sowie hier einzelne klippenartige Berge, so sind auch die ganzen Freiburger Voralpen, die Stockhorn- und die Chablaiskette wurzellos ihrer Umgebung aufgesetzt und aus ortsfremden Schichten und zwar denselben wie die Klippen aufgebaut. Früher erklärte man die ganzen Voralpen als Rest eines sog. vindelizischen Gebirges, das sich vor den Kalkalpen ausgebreitet

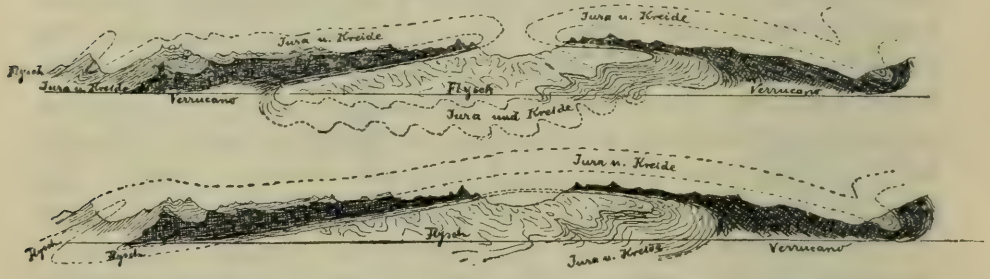


Abb. 6. Querprofil durch die Glarner Überschiebung.
A nach Heim. B nach Lugeon.

habe, von wo sie durch eine „Rückfaltung", also von NW nach SO, an ihre heutige Stelle geschoben worden seien. Nun ist es aber gelungen, manche der Gesteine, die diese Voralpenketten und -Klippen aufbauen, an weit von ihnen im SO entfernten Stellen wiederzufinden, z. B. im Rhonetal oder sogar südöstlich des Mont-Blanc; man mußte also zu dem Schluß gelangen, daß die einstige Decke der Randzonen aus dem Innern des Gebirges stamme und durch einen horizontalen Schub über die Kalkalpenzone hinübergewandert sei. Damit war sowohl die Annahme eines vindelizischen Gebirges als einer Rückfaltung von NW beseitigt.

Diese neue Auffassung wurde nun auch auf jenen Teil der Schweizer Alpen übertragen, der bis vor kurzem als ein klassisches Beispiel für eine Rückfaltung galt; auf die sog. Glarner Falte (Abb. 6). Hier finden wir in der Tiefe der Täler, die sich zum Linthtal vereinigen, überall den Flysch, darüber bereits hoch am Gehänge ein schmales Band von Hochgebirgskalk, hier Lochseitenkalk genannt, der durchaus die Merkmale sehr intensiver

mechanischer Beanspruchung zeigt, und die Gipfel werden von dem permokarbonischen Verrucano gebildet; es herrscht also verkehrte Lagerung, das älteste liegt zu oberst. Jenseits dieser Berge im Vorderrheintal sehen wir den Hochgebirgskalk noch in seiner ursprünglichen Mächtigkeit von etwa 500 m und können ihn gegen NW als immer stärker ausgewalztes Schichtglied verfolgen; er liegt also im reduzierten Mittelschenkel einer großen liegenden Falte, die sich nach N über den Flysch hinüberlegt und die bereits soweit abgetragen ist, daß der Mittelschenkel nur mehr in kleinen Resten erhalten, der Gewölbeschenkel bereits völlig

Abb. 7. Profil durch die Schweizer Kalkalpen zwischen Reußtal und Linthtal (nach Lugeon und Steinmann).

1. Kreide und Jura. 2. Flysch.

zerstört ist. Ganz dieselbe Lagerung findet sich weiter nördlich im Sernftal und im Linthtal südlich von Glarus, und noch weiter im N am Walensee ist dann wieder der Hochgebirgskalk in normaler Weise entwickelt. So entstand die namentlich von A. Heim vertretene Anschauung, daß analog der liegenden Falte von S her eine zweite von N her geschoben worden sei und daß ihre Stirnen sich auf etwa 15 km nahe kommen; die ganze Erscheinung wurde als Glarner Doppelfalte zusammengefaßt. Nun hat aber schon vor längerer Zeit M. Bertrand und kürzlich M. Lugeon das ganze Phänomen gleichfalls als eine einheitliche Faltendecke von S her mit einem Betrag des Vorstoßes von 30 km gedeutet, namentlich darauf sich stützend, daß der Flysch durchwegs nur nach N gefaltet ist, und daß im Nordflügel nirgends die allmähliche Anschwellung des Hochgebirgkalkes zu seiner normalen Mächtigkeit und auch nirgends an den Stirnen der Falten ein Aufsteigen und Zurückbiegen der Schichten zu beobachten ist; es entfällt also auch für die Glarner Alpen die schwer vorstellbare Annahme einer Rückfaltung von N.

Auch für die Kalkketten westlich der Glarner Alpen und nördlich des Aaremassivs (vgl. Abb. 7) erklärt sich die außer-

ordentlich komplizierte Lagerung am einfachsten durch die Vorstellung von mehrfach übereinander geschichteten Faltungsdecken mit südlicher Herkunft, so daß den Bau der gesamten Schweizer Kalk- und Flyschzone ein einheitliches Gesetz zu beherrschen scheint: Sie stellen Faltungsdecken vor, die wurzellos auf ihrer Unterlage aufruhen und durch großartige Schubbewegungen von S in ihre heutige Lage gebracht worden sind, wobei sich mehrere und zwar nach N immer zahlreichere Schichtpakete übereinander lagerten.

Die Schweizer Zentralalpen zeigen im allgemeinen dieselbe Anordnung wie die alpinen Zonen in Frankreich. Die äußere Zone der Zentralmassive bilden hier Aare- und Gotthardmassiv zwischen Gemmipaß und oberstem Linthtal; die innere Zone bilden M. Rosa und Tessiner Alpen und wie in Frankreich schaltet sich auch hier zwischen beide Zonen ein Streifen weicher schiefriger Gesteine sedimentären Ursprungs ein, der sich in Graubündten namhaft verbreitet. Den inneren Bau der Massive der nördlichen Reihe charakterisiert namentlich eine deutliche fächerförmige Struktur und zahlreiche eingefaltete Mulden sedimentärer Schichten. Alle Gesteine sind durch den ungeheuren Gebirgsdruck schiefrig und kristallinisch geworden; jedenfalls stellen also auch die Massive eine Zone des Zusammenschubs dar. Aber ihre Struktur scheint noch viel komplizierter zu sein, als man früher annahm. Namentlich aus dem Simplondurchstich hat sich ergeben, daß auch diese mächtigen Gneismassen nicht in der Tiefe wurzeln, sondern als gestaute Falten auf den sedimentären Schiefern schwimmen, auf die sie aus den südlichsten Teilen der Alpen heraufgeschoben wurden.

So erscheint also die Struktur der ganzen Westalpen als sehr einheitlich, wenn wir sie vom Standpunkt dieser neuen Überfaltungs- oder Deckschollentheorie betrachten, die immer mehr Anhänger gewinnt. Es handelt sich nicht mehr bloß um sehr intensive Faltung an Ort und Stelle, sondern um großartige, mit Faltungserscheinungen verbundene Bewegungsvorgänge in der Horizontalen, wobei die tiefste Decke den kürzesten, die höchste, am weitesten nach N vorgeschobene den längsten Weg, nämlich bis 50 km und darüber zurückgelegt hat; diese Schollen stammen aus den südlichsten Teilen der Alpen, aus den Gegenden südlich des Gotthards und Mont-Blanc. Da nun die Molasse am Nordrand der Schweizer Alpen (s. o.) fast nur Gesteinsarten enthält, wie sie in den Decken und Klippen der Voralpen vorkommen,

müßte deren Vorschub älter sein als die Molasse; diese ist aber selbst wieder gefaltet und von den vordersten Kalkketten überschoben. Es muß also in alttertiärer Zeit eine Periode der Gebirgsbildung in der Weise eingesetzt haben, daß sich große liegende Falten bildeten, die übereinander geschoben und bis an den Nordrand der heutigen Alpen vorgestoßen wurden. Dann erfolgte nach Ablagerung der Molasse, also nach dem Miozän, eine abermalige Faltung, wodurch alle Zonen des Gebirges, sowohl die Massive, als die Decken und die Molasse zusammengeschoben und diese unter die Kalkzone unterschoben wurde. Wir erhalten damit eine Vorstellung von Bewegungen der Erdkruste, wie sie in gleicher Großartigkeit wohl noch von keinem Gebirge der Erde nachgewiesen worden sind.

An der eingangs genannten Grenzlinie zwischen West- und Ostalpen schneidet nicht nur die die Westalpen charakterisierende Ausbildung der meisten mesozoischen Sedimente scharf ab, sondern es scheint sich auch ein wesentlich anderer Bau des Gebirges einzustellen. Deutlich sondern sich die einzelnen Zonen des Gebirges voneinander ab; die Ineinanderknetung und Faltung der verschiedenen Gesteine, die die Gliederung der Westalpen so schwierig und unübersichtlich gestaltet, fehlt in den Ostalpen.[1]) Scheinbar fremd stehen die beiden Hauptabschnitte des Gebirges einander gegenüber, und es läßt sich noch nicht einmal sagen, in welcher Weise sich der Anschluß der beiden Teile vollzieht.

Mit einer gegen N gerichteten Sigmoide streichen die Kalkketten von Appenzell über den Rhein nach Voralberg und setzen hier, aus Kreideschichten in helvetischer Fazies und aus Flysch aufgebaut, den Bregenzer Wald, ein sehr regelmäßiges Faltungsgebirge, zusammen. Dann wird die Flyschzone gegen O immer schmäler, ist bei Salzburg völlig unterbrochen und bildet erst zwischen Salzburg und Wien einen breiteren Gürtel. Das vor ihr liegende Molasseland bildet nirgends mehr wie in der Schweiz eine selbständige Zone, ist in Oberbayern noch gefaltet, in Österreich nahezu ungestört, so daß das Alter der Faltung gegen O zunimmt. Sehr scharf sondert sich tektonisch die Flyschzone von der nördlichen Kalkzone ab, indem diese Grenze in ihrer ganzen Ausdehnung durch große Überschiebungen dargestellt wird, an denen der Flysch von den älteren Kalken überlagert wird.

[1]) Vgl. hierzu u. a. Diener in Z. A. V. 1901.

Die nördliche Kalkzone erscheint unvermittelt am rechten Ufer des Rheins im Rhätikon, der die gesenkte Flyschregion des Prättigau im Norden und Osten umgibt und diese überschiebt, wobei die schuppenartig sich überlagernden Falten nahezu meridional streichen. Erst in den Lechtaler Alpen setzt wieder die frühere Richtung ein und nun bestehen die nördlichen Kalkalpen bis östlich vom Kaisergebirge aus ziemlich regelmäßigen parallelen Faltenzügen; sie sind überdies von zahlreichen Verwerfungen gekreuzt, die wahrscheinlich älter sind als die Faltung, und namentlich in den nördlichen Ketten von Überschiebungen durchsetzt. Be-

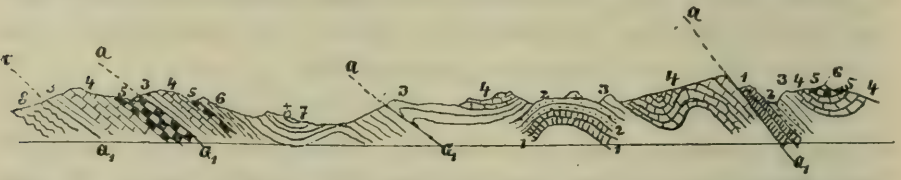


Abb. 8. Profil durch die niederösterreichischen Voralpen (nach Bittner). [Beispiel für Schuppenstruktur].

a a_1 Überschiebungsflächen. 1. Reiflinger Kalk. 2. Lunzer Sandstein. 3. Opponitzer Kalk. 4. Hauptdolomit. 5. Kößener Schiefer (1—5 Trias). 6. Lias und Jura. 7. Neocom (Kreide). 8. Flysch.

sonders intensiv sind diese im Sonnwendjochgebirge östlich des Achensees, wo die scheinbar flachlagernden Riffkalke mehrere schuppenartig übereinander geschobene Falten enthalten. Das nächste Stück der Kalkzone bis etwa zum Paß Pyhrn enthält nur an der Grenze gegen die Flyschzone schiefe Falten und besteht sonst aus massigen, isolierten Kalkklötzen, die durch Längs- und Querbrüche voneinander getrennt sind; aber auch hier dürften die prall abstürzenden Wände aus Schichten in mehrfacher Wiederholung, also übereinander geschobenen liegenden Falten aufgebaut sein. Dieser Unterschied in der Entwicklung des nördlichen und südlichen Gürtels der Kalkzone wird östlich des Passes Pyhrn noch deutlicher. Hier trennt die Störungslinie Admont—Hieflau—Mariazell—Puchberg, an der die Werfener Schiefer zutage treten, eine nördliche Zone der Voralpen, in der ausgezeichnete Schuppenstruktur mit Überschiebungen herrscht (Abbildg. 8), von einer Zone massiger Plateaustöcke mit schwachem Südwärtsfallen der Schichten. Längs dieser Linie werden die Werfener Schiefer vielfach von Gosauschichten diskordant überlagert, ein Beweis, daß diese Störungen in ihrer ersten Anlage

bereits in die Kreidezeit zurückreichen, als die Kalkzone von den ersten faltenden Bewegungen ergriffen wurde.

Der südliche Absturz der nördlichen Kalkzone gegen die Zone der weichen Schiefer, der in der Landschaft überall außerordentlich deutlich hervortritt, wird abermals durch zahlreiche, nach innen gerichtete Brüche und Überschiebungen gekennzeichnet, die im ganzen einen grabenartigen Einbruch zwischen Kalk- und Zentralzone bedingt haben. Diese Störungen gehören erst der jüngeren Tertiärzeit an und im Verein mit den Wirkungen der hier leicht vor sich gehenden Erosion (s. u.) haben sie eine breite Längsfurche geschaffen, die in wirksamer Weise die Kalkzone von der Zentralzone trennt.

Die nun nach S folgende Zentralzone der Ostalpen besitzt weit größere Selbständigkeit als die der Westalpen. Die Hauptmasse des Gebirges bilden hier kristallinische Felsarten archäischen Alters, doch sind darüber noch mehrfach jüngere sedimentäre Bildungen erhalten; so sind im Münstertal und in der Ortlergruppe, in den östlichen Stubaier Alpen und in den Radstädter Tauern ausgedehnte Triasschollen vorhanden, die beweisen, daß einst wahrscheinlich die ganze Zentralzone vom Triasmeer bedeckt war und diese samt ihrer ehemaligen, jetzt nur mehr in Resten erhaltenen Decke gefaltet wurde. Im einzelnen ist die Struktur der Zentralzone außerordentlich kompliziert und noch lange nicht hinreichend bekannt. Wieder tritt eine große Anzahl von Zentralmassiven aus der Schieferhülle hervor, die aber für die gegenwärtige Struktur bedeutungslos sind. Jünger, vielleicht erst der Tertiärzeit angehörend, ist ein Zug granitischer Gesteine, der sog. periadriatische Randbogen, der mit der Masse des Adamello beginnt, längs der Judikarienlinie nach NNO bis Meran streicht, dann einen großen nach OSO gerichteten Bogen beschreibt und schließlich im Bachergebirge endet. Innerhalb der Zentralzone tritt ferner der nach N konvexe Tauernbogen, im NE der nach N konkave nordsteirische Bogen hervor; und indem die Faltung nach O an Intensität abnimmt und die Leitlinien divergieren, bereitet sich die eingangs betonte Virgation der Ketten vor, bis schließlich auch die Zentralzone an bogenförmig verlaufenden Bruchlinien endet.

Im östlichen Teil der Ostalpen schaltet sich nun zwischen Zentral- und südliche Kalkzone ein sehr merkwürdiges Element im Aufbau des Gebirges ein, der sog. Drauzug, der von der Drau-

quelle an die Hauptmasse der karnischen Alpen und der Karawanken bis an den Südfuß des Bachergebirges umfaßt. Im allgemeinen schließen sich hier an einen aus kristallinischen Gesteinen bestehenden „Aufbruch" im Norden mesozoische Schichten in nordalpiner Entwicklung, im Süden neben solchen, aber in südalpiner Ausbildung, sehr mächtige paläozoische Sedimente, die ihre Hauptfaltung bereits in der Karbonzeit erhalten haben. Das ganze Gebiet ist intensiv gefaltet, und mit diesen Störungen sind hier jungtertiäre Lavenergüsse verbunden.

Die südliche Kalkzone der Ostalpen unterscheidet sich in wesentlichen Stücken von der nördlichen; sie bildet einen großen Bogen, der ungefähr die Umrisse der nördlichen Adria widerspiegelt. Im

Abb. 9. Profil durch die Langkofel- und Sellagruppe (nach Mojsisovics). 1. Muschelkalk. 2. Schlerndolomit. 3. Wengener Schichten. 4. Raibler Schichten. 5. Dachsteinkalk.

Süden bricht sie stellenweise an Bruchlinien gegen das Tiefland ab; aus den Kalken treten an mehreren Stellen inselartig kleine Zentralmassive, wie die Cima d'Asta, hervor und überdies ist der Zusammenhang ihrer Glieder vielfach durch Eruptivmassen verschiedenen Alters unterbrochen. So erscheint die südliche Kalkzone mehr als eine Region der Zerrung und Zerreißung, als eine solche der Zusammenpressung. Östlich der Judikarienlinie und westlich des Massivs der Cima d'Asta und einer ausgedehnten, von Brüchen durchsetzten Platte von Porphyren permischen Alters, des sog. Bozener Porphyrplateaus, liegt das intensiv gefaltete Etschbuchtgebirge, in dem die Falten zunächst NNO, also parallel zur Judikarienlinie, aber diagonal zur Hauptrichtung der Alpen streichen. Auch die venetianischen Voralpen südlich der Cima d'Asta sind intensiv gefaltet; nahe dem Gebirgsrand sind ausgedehnte Basaltmassen zutage gefördert worden. Wesentlich einfacher gebaut ist das landschaftlich so wechselvolle südtiroler Hochland, wo Faltungen zurücktreten, die mächtigen Kalk- und Dolomitmassen, sowie die eingeschalteten Tuff- und Mergelschichten flach lagern und nur von Brüchen betroffen sind (Abb. 9). Im öst-

lichsten Abschnitt der südlichen Kalkzone bildet schließlich das Senkungsfeld von Laibach eine Scheidung in einen nördlichen Faltenzug, die Steiner Alpen, wo noch die jüngsten Tertiärschichten mitgefaltet sind und wo sich die Falten nach O, in den kroatisch-slavonischen Inselgebirgen fortsetzen, und einen südlichen, der den Übergang zum dinarischen Gebirgssystem enthält. Hier tritt als wichtige Störung die Belluno- und Isonzolinie auf, die sich vom Cima d'Asta—Massiv bis zum Becken von Laibach verfolgen läßt und längs welcher der nördlichste Gebirgsteil über den südlicheren geschoben ist.

So erscheinen auch die Ostalpen als ein sehr mannigfach aufgebautes Gebirge, dem eine Einheitlichkeit oder Symmetrie der Anlage fehlt. Die Schwierigkeiten in der Aufhellung ihres Baues vermehren sich noch dadurch, daß sie nicht einer einzigen Faltungsperiode ihre Entstehung verdanken, sondern ein mehrmals aufgebautes, wieder eingebrochenes und teilweise eingeebnetes und wieder aufgerichtetes Gebirge darstellen. Dabei hat jede neuerliche Faltung eine neue Kette an den bereits bestehenden Stamm angegliedert, die Faltung der oberen Kreidezeit die nördliche Kalkzone, die mitteltertiäre Faltung die Flyschzone und die südliche Kalkzone, so zwar aber, daß dabei auch die bereits bestehenden Zonen nochmals, wenn vielleicht auch in geringerem Ausmaß von der Faltung mitbetroffen wurden.

So ergeben sich auch in der Struktur des Gebirges bedeutsame Unterschiede zwischen West- und Ostalpen, und es scheint ein gemeinsames Gesetz im Aufbau des gesamten Alpenkörpers zu fehlen. Nun ist aber in der letzten Zeit mehrfach von Seite französischer und schweizerischer Geologen, zuletzt auch von G. Steinmann[1]) der Versuch gemacht worden, die für die Westalpen nachgewiesene Überfaltungstheorie auch auf die Ostalpen auszudehnen. Speziell nach der Auffassung Steinmanns hätten wir uns vorzustellen, daß die gesamten Ostalpen bis südlich der Hohen Tauern mit allen ihren Zentralmassiven und den nördlichen sedimentären Zonen nicht in der Tiefe wurzeln, sondern als wurzellose Decken über den Gesteinen von westalpiner Fazies schwimmen, daß sie also durch einen horizontalen Schub mit einem Maximalausschuß von 120 km von Süden her aufgeschoben worden seien. Damit wäre wohl der Unterschied der Struktur

[1]) Z. A. V. 1906.

zwischen West- und Ostalpen aufgehoben und ein einheitliches Gesetz für den Gebirgsbau der ganzen Alpen gefunden. Von seiten der österreichischen Aufnahmsgeologen steht man diesen Deutungsversuchen des Baues der Ostalpen vorläufig noch überwiegend scharf ablehnend gegenüber, so daß diese gegenwärtig über den Rahmen einer kühnen Hypothese hinaus keinen Anspruch auf Geltung erheben dürften.

Die durch den Gebirgsbau geschaffene Oberfläche der Alpen ist uns aber im heutigen Relief nur mehr unvollkommen erhalten. Trotz der verhältnismäßigen Jugend der letzten gebirgsbildenden Vorgänge stellt das heutige Gebirge nur mehr die Trümmer des aufgebauten Gebirges dar. Denn unablässig haben seither die zerstörenden Kräfte des Landes gewirkt, das Gebirge zerstört und ihm die heutigen Züge der Oberflächengestaltung aufgedrückt.

III. Das Relief der Alpen.

Sobald ein Stück der Erdrinde durch die Wirksamkeit der gebirgsbildenden Kräfte über seine Umgebung emporgehoben ist, beginnt sofort die Tätigkeit derjenigen Kräfte, die ihren Sitz auf der Erdoberfläche selbst haben und als exogene Kräfte bezeichnet werden. Sie modellieren das aufgebaute Gebirge und geben ihm im Laufe der Zeit ein Relief, das völlig verschieden sein kann von dem durch die innere Struktur bedingten. Dabei ist die Art der Tätigkeit dieser Kräfte abhängig von den herrschenden klimatischen Verhältnissen, aber auch von der Beschaffenheit der das Gebirge zusammensetzenden Gesteine. Kalke werden in ganz andrer Weise modelliert als Silikatgesteine, weiche Schiefer oder Mergel stellen der Zerstörung viel geringeren Widerstand entgegen als harte Granite oder andere quarzreiche Gesteine. So knüpfen sich in der Regel an jedes in größerer Ausdehnung die Oberfläche zusammensetzende Gestein bestimmte Formentypen deren Nebeneinander den Reichtum und den Wechsel im landschaftlichen Bild eines Gebirges ausmacht.

In unserem Klima, das von der lebensfeindlichen Trockenheit der Wüstengebiete ebensoweit entfernt ist, als von der in Eis erstarrten Nacht der Polarlandschaften, ist das Wasser das weitaus wirksamste Agens bei der Modellierung der Oberfläche eines Gebirges. Sowohl als Luftfeuchtigkeit wie als spülender Regen, als rinnender Wasserlauf wie als träger Eisstrom entfaltet es seine Tätigkeit, indem es einerseits Material fortnimmt und transportiert, andererseits es wieder ablagert. Die Gesamtwirkung aller dieser zerstörenden Kräfte erscheint uns als eine sehr langsame, aber einem endlichen Ziele zustrebende Abtragung oder Denudation des Gebirges.

An allen, der freien Luft ausgesetzten Gesteinspartien wirkt eine Reihe von Erscheinungen, die man als Verwitterung zusammenfaßt.

Hierher gehört die chemische Wirkung des Sauerstoffgehaltes der Luft, die teils mechanische, teils chemische Wirkung des auffallenden Regenwassers, die beständigen Temperaturunterschiede, durch die das Gestein bald ausgedehnt, bald zusammengezogen und längs seiner Risse zersprengt wird, und der namentlich im Gebirge sehr wirksame Spaltenfrost, indem das in feinen Spalten eindringende atmosphärische Wasser gefriert und hierbei infolge seiner Volumsvermehrung das Gestein zertrümmert. Die so entstandenen Zertrümmerungsprodukte folgen entweder einfach der Wirkung der Schwerkraft oder werden durch Vermittlung von Regen oder Lawinen abwärts gefördert. Daher sehen wir die hoch über die Vegetationsgrenze aufragenden Kämme und Grate des Gebirges in kühne Zinnen und Zacken aufgelöst, die Oberfläche hochgelegener und kahler Felspartien zumeist mit frischen Bruchflächen bedeckt, ihre Abfälle von zahlreichen Rinnen und Schluchten durchfurcht, in denen ein beständiger Regen der abgebröckelten Gesteinspartikel vor sich geht; sie sammeln sich am Fuß der Wände zu Schutthalden an, die sich unter dem natürlichen Böschungswinkel losen Materials, etwa 30°, abböschen, wobei eine Sonderung desselben nach der Größe stattfindet, derart, daß das gröbste Material am tiefsten herabgerollt ist. Solche Schutthalden wachsen entweder am Gehänge empor oder umhüllen deren Fuß als zusammenhängende Decke; von solchen Halden werden namentlich die steil aufsteigenden Kalk- oder Dolomitberge umsäumt, wobei das Material zumeist noch in steter Bewegung sich befindet. Ist es aus irgend einer Ursache bereits zur Ruhe gekommen, so überziehen sich die Halden von unten herauf allmählich mit Vegetation.

Indem die Verwitterung unter Mitwirkung des einsickernden Wassers in die Tiefe arbeitet, bringt sie eine tiefgehende Lockerung des Gesteinsgefüges hervor. Sobald eine oberflächliche Schicht durch Einwirkung besonderer Umstände, namentlich durch Untergrabung eines „übersteilen" Gehänges ihren Halt auf der Unterlage verliert, so erfolgt ein Felssturz, im größeren Ausmaß Bergsturz genannt. Auch verhältnismäßig schwach geneigte Gebirge können leicht zu Abrutschungen neigen, wenn sich unter der gelockerten Schicht ein Schmiermittel, etwa eine tonige, wasserundurchlässige Schicht befindet. Solche Erscheinungen werden als Bergschlipfe bezeichnet.

Wohl der großartigste Bergsturz der Alpen vollzog sich in vorhistorischer Zeit bei Flims im Vorder-Rheintale, wo sich der Rhein durch die zu einem festen Gestein verkitteten, etwa 400 m mächtigen Sturzmassen eine tiefe Schlucht gegraben hat. Aus historischen Zeiten ist namentlich der Bergsturz am Dobratsch in Kärnten (1348), die von den Diablerets im Wallis in den Jahren 1714 und 1749 niedergegangenen Stürze, vom Roßberg bei Goldau im Kanton Zug (1806) und von Elm im Glarus (1881) durch die zerstörenden Wirkungen bekannt geworden.[1])

Das auf geneigten Flächen angehäufte lose Material wird ferner durch seine eigene Schwere und die Stoßkraft des abrieselnden Regenwassers in Bewegung gebracht, wodurch der Neigungswinkel von Schutthalden veringert wird. Namentlich gilt dies von lockeren Anhäufungen

[1]) Vgl. dazu namentlich Heim, über Bergstürze, Zürich 1882 und Neumayr in Z. A. V. 1889.

wasserundurchlässiger Gesteinsmassen, aus denen die Abspülung bisweilen sehr auffällige Gebilde herauszumodellieren vermag; besonders dort, wo der Regen in heftigen Güssen fällt, wie in den Südalpen. So sind die bekannten Erdpyramiden am Ritten bei Bozen, bei Segonzano im Val di Cembra (Südtirol) oder bei Théus (französ. Alpen) entstanden, wo der spülende Regen die tonigen Bestandteile alter Moränen ausgewaschen und die größeren Blöcke stehen gelassen hat, so daß einzelne Pfeiler herauspräpariert wurden. Wo der Regen sich auf das ganze Jahr gleichmäßig verteilt, saugen sich undurchlässige Massen mit Wasser voll und geraten entweder in langsames Gleiten, was man häufig an wulstförmigen Aufwölbungen und Wellungen von geneigten Grasflächen beobachten kann, oder es entsteht unter der Einwirkung eines heftigen Gewitterregens oder anhaltenden Regenwetters ein Schlammstrom, der als Mure sich vorherrschend ins Tal ergießt. In den Alpen neigen namentlich die weichen Schiefer, z. B. der Brennergegend oder der Flyschzone oder die die Unterlage der Dolomitberge Südtirols bildenden triassischen Mergelschichten zu Gleitungen und Murbrüchen, die in ihren verheerenden Wirkungen denen der Wildbäche (s. u.) nahe kommen. Es ist daher Aufgabe des Menschen, durch geeignete Vorkehrungen den Gebirgsschutt an seinen ursprünglichen Lagerstätten zurückzuhalten.[1])

Ganz andere Formen erzeugt die Abspülung auf wasserdurchlässigen und im Wasser löslichen Gesteinen, also vor allem auf Kalk. Indem es auf dessen Oberfläche abwärts rinnt, löst es infolge seines Gehaltes an Kohlensäure etwas Kalk und erzeugt feine Rillen, die von den folgenden Tropfen benützt und vertieft werden. So entstehen allmählich immer tiefere, wie ein Flußnetz im kleinen sich verzweigende Rinnen, zwischen denen messerscharfe Rippen und Grate stehen bleiben; das sind die Karren- oder Schrattenfelder, die sich auf den vegetationslosen Hochplateaus unserer Kalkalpen in stundenweiter Ausdehnung entwickeln und das Bild der Öde und Trostlosigkeit noch verstärken.[2]) Mit ihnen vergesellschaften sich hier noch andere Detailformen, wie Schlote, Klüfte und Schründe, die, gleichfalls durch die lösende und mechanische Wirkung des Wassers, zu Trichtern oder Dolinen erweitert sind. Alle diese Erscheinungen faßt man als Karstphänomene zusammen, da sie in typischer Ausbildung in den Karstgebieten der österreichischen Küstenländer entfaltet sind.[3])

Die Wirksamkeit der Verwitterung und Abspülung wird durch die Bekleidung des Bodens mit Vegetation gehemmt, indem diese einen großen Teil der auffallenden Regenmenge zurückhält und zum langsamen Abrinnen als Quellen zwingt. Namentlich wirkt das Waldkleid schützend auf den Boden und befördernd auf die Quellenbildung, weshalb der Schutz des Waldes zu den vornehmsten Kulturaufgaben im Gebirge gehört. Die waldarmen Teile der Alpen, namentlich die südlichen Westalpen, haben daher am meisten unter den schädlichen Einflüssen der Abspülung zu leiden. Nach oben hin aber ist dem Pflanzenkleid durch das

[1]) Vgl. Frech, Z. A. V. 1898.

[2]) Vgl. Heim, Jahrb. Schweiz. Alpenklub 1877/78 und Eckert, Ergänzungsh. zu Z. A. V. Nr. 3.

[3]) Vgl. darüber sehr ausführlich: Cvijic, das Karstphänomen, Geograph. Abh. V. 3. 1892.

Klima eine Grenze gezogen und daher ist der Gürtel zwischen der Vegetations- und der dauernden Schneebedeckung am intensivsten der Zerstörung durch Verwitterung und Abspülung preisgegeben, zumal hier ein großer Teil des Niederschlags als vorübergehende Schneedecke aufgespeichert wird und nach deren Schmelzen rasch zum Abflusse gelangt.

Sobald sich das abrieselnde Wasser in ständig Wasser führenden Adern als Bach oder Fluß gesammelt hat, übernimmt es nicht nur die transportierende Tätigkeit der flächenhaft vor sich gehenden Abspülung in festen Linien, sondern vermag auch in die feste Unterlage einzuschneiden, zu erodieren. Das rinnende Wasser wirkt also in die Tiefe wie eine Säge; die anfangs kleinen Rinnsale im Quellgebiet vereinigen sich zu wenigen größeren Hauptfurchen und modellieren das von ihnen entwässerte Gehänge zu einer Tallandschaft, in der immer neue Gehänge entstehen. So wird eine ursprünglich nahezu gleichmäßig sich senkende Abdachung in Furchen und Kämme aufgelöst; das rinnende Wasser ist talbildend tätig geworden.

Dieselbe Entwicklung zeigen die untergeordneten Zuflüsse, die bei kurzem Laufe und großem Gefälle sowohl eine bedeutende Transportkraft, als auch eine beträchtliche Vertiefung ihres Bettes zu leisten vermögen, die Wildbäche des Hochgebirges. Sobald der Wildbach in eine Talsohle übertritt und sich sein Gefälle und damit auch seine Stoßkraft plötzlich mindert, bleiben die von ihm mitgeführten Schuttmassen liegen und werden zu einem flachen Schuttkegel angehäuft, dessen Spitze in das Ende des Wildbachbettes fällt, während sich seine Fläche über den Talboden ausbreitet und diesen verengt. Alle unsere größeren Alpentäler zeigen solche Schuttkegel, auf denen mit Vorliebe größere Siedelungen angelegt werden, in großer Zahl; sie drängen den Hauptfluß zur Seite oder werden von ihm angeschnitten und an ihrem Rande zersägt, wobei ein Teil des Materials des Schuttkegels vom Flusse weitergeführt und abgerollt wird.

Was der Wildbach im kleinen leistet, schafft der Fluß im großen, indem er bei genügendem Gefälle und Wasserreichtum sein Gerölle mit sich führt und sein Bett erodiert, im andern Falle, wo seine lebendige Kraft nicht hinreicht, um das ihm anvertraute Material fortzuschaffen, einen Teil desselben ablagert oder akkumuliert. So sind alle Täler, seien es nun tiefe und enge Schluchten oder breite Furchen, das Werk des rinnenden Wassers. Solange nämlich das Gefälle zwischen Quelle und Mündung groß genug ist, arbeitet der Fluß in die Tiefe, er schafft eine V-förmig eingeschnittene Rinne, deren Gehänge durch die Abspülung allmählich flacher und durch Seitengerinne modelliert werden. Ist ein von den örtlichen Verhältnissen abhängiges Gefälle einmal erreicht, so beginnt der Fluß seine Ufer zu unterwaschen und zu untergraben, er arbeitet in die Breite; aus dem schmalen Einschnitt wird mit der Zeit eine breite Mulde, durch die der Fluß in Schlangenwindungen dahin fließt. Dann hat er aber auch die Fähigkeit, sein Gerölle fortzuschaffen, verloren, er schüttet seine Sohle auf und mäandert dann, wie etwa die Rhône im untern Wallis oder der Inn in seinem Längstal bei Innsbruck, durch seine eigenen Kies- und Schottermassen in trägerem Laufe dahin. Einen Teil seines Gerölls vermag der Fluß noch bis ins Vorland hinauszuführen, einen andern lagert er in Seen ab, die seinen Lauf gelegentlich unterbrechen; daher entstehen an der Mündung eines Flusses in einen See

Schwemmkegel oder Deltas, durch die der See allmählich zugeschüttet wird oder „verlandet". Auf diese Weise sind bereits zahllose Seen unserer Alpentäler verschwunden, deren ehemalige Existenz heute sich noch in flachen Talböden verrät, bei allen ist aber diese Arbeit noch im Gange.

Wenn aus irgend einer Ursache, etwa durch Verstärkung der Wasserführung oder Verringerung des Geschiebetransports infolge von klimatischen Veränderungen oder durch Tieferlegung der Erosionsbasis infolge von Krustenbewegungen, eine Neubelebung der Tiefenerosion stattfand, so konnte der Fluß von neuem in den breiten Talboden einschneiden und dieser bleibt dann über der neu sich bildenden Schlucht als breite Terrasse oder schmale Talleiste erhalten. Fast alle Gehänge der größeren Alpentäler sind auf diese Weise durch Ebenheiten oder wenigstens durch Knickungen ihres Gefälles unterbrochen, die in verschiedenen Höhen, aber an beiden Talseiten in gleicher Höhe auftreten; sie beweisen eine mehrmalige Unterbrechung, gleichsam Ruhepausen der Talvertiefung, in denen der Fluß in die Breite arbeitete und zwar entweder in festem Fels oder unter gleichzeitiger Zuschüttung seines Tales. Daher können solche Terrassen entweder als Fels- oder als Schotterterrassen auftreten; immer aber zeigen sie einen alten Talboden an.

Die Richtung eines Tales, also des abfließenden Wassers überhaupt, ist im allgemeinen auf einer Abdachung durch die des größten Gefälles gegeben. Auf einer gleichmäßigen dachförmigen Aufwölbung, wie sie z. B. die Hohen Tauern einst darstellten, entsteht daher eine sehr regelmäßige Anordnung der Entwässerung, indem die Flüsse zu beiden Seiten von der Höhe der Firstlinie in regelmäßig angeordneten Abdachungstälern abfließen. In einem Faltungsgebirge wie es die Alpen sind, vermag, aber die Struktur des Gebirges in vielen Fällen dem rinnenden Wasser die Richtung vorzuschreiben. Jede tektonische Mulde oder Synklinale, jede von Brüchen begrenzte Grabensenkung kann vom Wasser aufgesucht und zu einem echten Tale umgestaltet werden. In andern Fällen vermögen spätere Dislokationen einen ältern Flußlauf zu verschieben und ihn zu zwingen, einen neuen Weg einzuschlagen. Wir bezeichnen alle die Flüsse, die der Struktur zeitlich und ursächlich folgen, als konsequente oder Folgeflüsse. Die Struktur eines Gebirges vermag aber noch in anderer Weise die Flußtätigkeit zu beeinflussen. Überall dort, wo durch tektonische Bewegungen eine leichter zerstörbare Schicht an die Oberfläche gebracht wird, kann längs ihres Ausstreichens die Erosion kräftiger und rascher wirken als im Bereich eines harten Gesteins und es entwickeln sich allmählich auf diese Weise auch Täler auf den Sätteln von Falten oder auch auf gehobenen Schollen. Man spricht in solchen Fällen von Nachfolge- oder subsequenten Flüssen, weil sie der Struktur zeitlich nachfolgen. Beide Gruppen von Tälern können auch als tektonische Täler zusammengefaßt werden, wobei aber stets beachtet werden muß, daß das Tal in seiner heutigen Form durchaus das Werk der Erosion ist, wenn auch sein Verlauf durch tektonische Erscheinungen bedingt wurde.

Der Auffassung der Täler als Werke des rinnenden Wassers scheinen sich dort besondere Schwierigkeiten entgegenzustellen, wo der Fluß eine sich ihm in den Weg stellende Gebirgskette durchbricht, obwohl sich ihm scheinbar ein bequemer Weg in der Umgebung dieses Durchbruches geboten hätte; man schloß daher früher, daß in solchen Fällen die heutige

„Talspalte" älter sei als der Fluß und von diesem nachträglich aufgesucht worden sei. Tatsächlich stößt in manchen Fällen die Erklärung solcher Durchbruchstäler auf gewisse Schwierigkeiten; es ist aber eine ganze Reihe von Möglichkeiten denkbar, die die Erklärung eines Durchbruchs geben können. In vielen Fällen ist der Fluß älter als die Gebirgskette überhaupt und er hatte die Fähigkeit, diese zu durchsägen in dem Maße, als sie emporgehoben wurde. Solche Flüsse nennt man antezedente, weil sie der Gebirgsbildung vorangingen. Oder es hat ein Fluß durch Untergrabung und Abbruch der Hintergehänge in seinem Quellgebiet seinen Lauf allmählich nach rückwärts verlängert, bis seine Quelle in den Rücken der Kette zu liegen kam; ein solcher Durchbruch ist das Werk „rückschreitender Erosion". In andern Fällen wieder bedeckte einst eine seither verschwundene Schicht das Gebirge; die Flüsse richteten ihren Lauf auf dieser Deckschicht ein und schnitten ihr Bett allmählich auch in die härtere Unterlage ein, so daß dann nach Abtragung der einstigen Decke Durchbrüche im festen Gestein zutage traten. Solche Täler werden als epigenetische bezeichnet. Auch konnten durch eiszeitliche Gletscher und deren Ablagerungen ältere Wege der Entwässerung verlegt worden sein, so daß der Fluß gezwungen wurde, sich einen neuen Weg zu bahnen. Somit kann es Durchbruchstäler sehr verschiedenen Alters und Ursprungs geben, und es ist dann in jedem einzelnen Falle zu untersuchen, welcher Art ihre Entstehung ist.

Wir kehren zur Betrachtung der Entwicklungsgeschichte der Alpen seit Abschluß der letzten großen Faltungsperiode zurück. Wir sahen, daß diese Faltung in den Westalpen erst nach Ablagerung der Molasse am Alpenrand, im sog. Pliozän, vollendet war. In den Ostalpen nimmt im allgemeinen das Alter der Faltung nach Osten zu, in ihren südöstlichsten Teilen sind aber auch die jüngsten Tertiärschichten von gebirgsbildenden Bewegungen betroffen worden. Doch kann man immerhin die Westalpen als den jüngeren Teil des Gebirges den älteren Ostalpen gegenüberstellen; es hat also in diesen die Tätigkeit der zerstörenden Kräfte länger gedauert, sie müssen bereits mehr die Züge eines „reifen" Gebirges an sich tragen als die Westalpen.

Von dem Augenblicke an, wo eine Kette des Gebirges endgültig dem Meere entstiegen war, setzte die talbildende Tätigkeit der Flüsse ein, das Gebirge erhielt sein ältestes Entwässerungsnetz. Wir sind nun allerdings noch weit davon entfernt, die Geschichte eines jeden Alpentales im einzelnen zu kennen; doch lassen sich immerhin einige Grundzüge der Entwicklung angeben. Das rinnende Wasser war von Anfang an bestrebt, die neu entstandenen Abdachungen auf dem kürzesten Wege zu durchschneiden. Es mußten also Quertäler entstehen, die ungefähr senkrecht zur Längsrichtung verliefen. In der Tat herrscht diese Art der Ent-

wässerung in den Westalpen noch durchaus vor. Hier drängen sich die einzelnen Faltungszonen dicht aneinander und die Flüsse mußten die sich aufwölbenden Falten durchschneiden, wobei sie mit der Gebirgsbildung Schritt hielten, da ihnen kein anderer Ausweg offen blieb. So fließen Isère, Arve, die Rhône oberhalb des Genfer Sees, Aare, Reuß, Linth und Rhein auf der Nordseite, die beiden Dora, Toce, Tessin und Liro auf der Südseite der Westalpen in echten Quertälern bis zum Rand des Gebirges. Ist damit die allgemeine Richtung der Entwässerung gegeben, so ist anderseits die Lage dieser Täler durch Dislokationen verschiedener Art vorgezeichnet. In dem Gebiet zwischen dem Austritt der Isère und dem Genfer See durchbrechen die Flüsse die Ketten der savoyischen Kalkalpen an den Stellen, wo eine beträchtliche Senkung im Verlauf der Antiklinalkammlinie vorliegt, sie fließen in sog. Walmtälern; nur bei dem komplizierten Durchbruchstal der Isère kommt eine Ausnahme vor; ihr letztes Quertalstück ist epigenetisch, indem der Fluß hier einst über eine Decke von mariner Molasse floß, die seither gegen Ende der Pliozäns abgetragen wurde. Ebenso sind die Täler des Chablais, Arve, Giffre und Dranse epigenetisch; sie wurden zu einer Zeit angelegt, als noch eine enorme Masse von Flysch das Gebirge bedeckte. Das Quertal der Rhône zwischen Martigny und dem Genfer See ist wieder vorwiegend ein Walmtal, und dasselbe scheint auch für die kleineren Quertäler im Innern des Gebirges zu gelten. Die großen Quertäler der schweizer Alpen, z. B. Reuß- und Rheintal hingegen hängen mit horizontalen Verschiebungen im Gebirgsbau, mit großen Blattflächen zusammen. Jünger als die Quertäler der Alpen sind im allgemeinen die Längstäler; denn sie liegen niemals in einfachen tektonischen Mulden, sondern sind zumeist aus älteren Quertalsystemen infolge der Anpassung des Flusses an das Auftreten weniger widerstandsfähiger Schichten hervorgegangen. Solcher Entstehung ist u. a. das Grésivaudan, das breite Tal der Isère zwischen Albertville und Grénoble, das die Schichten schräg zu ihrem Streichen durchschneidet. Diese Wirkungen der rückschreitenden Erosion zeigen sich ferner im Gebiet des Drac und der Romanche und schließlich knüpft sich auch die große Längstalfurche der Schweiz, das obere Rhône- und Rheintal, an das Auftreten der weichen Bündtner Schiefer, und es wurde durch sie eine ehemals einheitliche Quertalentwässerung nach N zerstört.

In den Ostalpen komplizierte sich auch die Talbildung durch den Umstand, daß das Gebirge mehrere Faltungsperioden mitgemacht hat und daher noch Talstücke aus der Zeit der in der oberen Kreidezeit entstandenen Alpen vorhanden sind. Doch herrscht hier im Gegensatz zu den Westalpen die für ein älteres Gebirge charakteristische Längstalentwässerung vor. Eine große Längstalfurche, die Grenze von Kalk- und Schieferalpen oder Schiefer- und Urgesteinszone bildend, durchzieht den nördlichen Teil der Ostalpen; sie ist fast durchwegs an das Auftreten weicher Schiefer geknüpft, die also für die Talbildung dieselbe Rolle spielen wie die Bündtner Schiefer der Schweiz. Auch hier lassen sich Spuren eines viel älteren Quertalsystems nachweisen. Denn neben den großen Quertalstrecken des Inn, der Salzach und der Enns, durch die heute die Entwässerung der Längstalflucht erfolgt, gab es noch mehrfache Quertalverbindungen direkt aus den Zentralalpen durch die Kalkalpen an den Gebirgsrand, an Stellen, wo heute breite talähnliche Einsenkungen die Kalkzone durchsetzen, wie bei Partenkirchen und Mittenwald in Oberbayern und durch das Tal der Traun in Oberösterreich. Die meisten dieser Quertäler sind älter als die tertiäre Faltungsperiode. So findet sich bei Radstadt im Ennstal marines Eozän, das beweist, daß das Meer der älteren Tertiärzeit hier in einer tief eingreifenden Bucht, einem ehemaligen Tal, bis an den Nordrand der Zentralzone reichte. Auch ins Inntal bei Kufstein und ins Ennstal unterhalb Hieflau griff das Meer der oberen Kreidezeit buchtenförmig ein. Die Herausbildung des heutigen Talsystems der nördlichen Ostalpen haben wir uns also etwa folgendermaßen vorzustellen. Nach der oberkretazischen Faltung richteten sich zahlreiche Quertalflüsse in direktem Lauf aus den Zentralalpen durch die neu angegliederte Kalkzone nach dem Meere am Nordrand der Alpen; auch ihre Lage war in vielen Fällen, wie im Ennstal und Salzachtal, durch besondere tektonische Verhältnisse vorgezeichnet. Dann entwickelten sich nach der tertiären Faltung, mit der Einbrüche und Überschiebungen im Innern des Gebirges verbunden waren, subsequente Längstalflüsse, geknüpft an die zutage getretenen weichen Gesteine. Diese Flüsse gewannen infolge ihrer leichteren Erosionsbedingungen allmählich die Oberhand über die älteren Quertäler und arbeiteten die große Längstalfurche aus, die in ihrem ganzen Verlauf bis an den östlichen Alpenrand zwar ein Werk der Erosion ist, aber in ihrer Anlage durch tektonische Störungen

bedingt ist. Von den alten Quertälern erhielten sich nur die größten (Inn, Salzach, Enns), während die schwächeren in mehrere Talstücke zerlegt wurden, die heute den Längstälern tributär sind.

Auch in den südlichen Ostalpen herrscht die Längstalentwässerung vor. Das breite Etschtal unterhalb Bozen ist ein Längstal, da es parallel zum Schichtstreifen verläuft, wenn auch diagonal zur herrschenden Richtung des ganzen Gebirges; auch sein Verlauf ist vorwiegend durch tektonische Erscheinungen vorgezeichnet, namentlich wenn man bedenkt, daß die Etsch einst unterhalb Lavis in geradliniger Fortsetzung ihres Laufes sich ins heutige Sarcatal und in die Furche des Gardasees richtete und erst durch späte tektonische Bewegungen in die jetzige Richtung abgedrängt wurde. Ebenso erscheint die wichtige Judikarienlinie als eine von der Struktur bestimmte Längstalfurche, die allerdings von keinem einheitlichen Flußlauf benutzt wird. Weiter nach Osten fällt die breite Längstalfurche des Pustertals auf, von Rienz und Drau durchmessen, die durch rückschreitende Erosion die trennende Wasserscheide abgetragen haben, so daß sich auf einer Talwasserscheide der unmerkliche Übergang von einem Fluß zum anderen vollzieht. Der Verlauf des Drautals wie des ihm tributären, auffällig geradlinigen Gailtales und des oberen Savetals scheint gleichfalls durch tektonische Linien, nämlich durch Brüche vorgezeichnet zu sein. Hingegen bieten die venetianischen Alpen mit ihrer Quertalentwässerung wieder ein Beispiel für reine Erosionswirkungen, und zwar sind hier ähnlich wie in den Nordalpen die Durchbruchstäler älter als die miozäne Faltung, also antezedent, da das Miozän hier vielfach aus Flußgeröll besteht, das aus dem dahinter gelegenen Triasgebirge stammt.

So steht Struktur und Relief der Alpen in sehr wechselvollen Beziehungen.[1]) Allgemein können wir aber sagen: Das heutige Relief der Alpen fällt nicht mehr zusammen mit dem durch die Struktur gegebenen, es herrscht zwischen beiden eine weitgehende Unabhängigkeit und die Verteilung von Hoch und Niedrig wird durch das Gesetz geregelt: Was hart ist, ist hoch, was weich ist, ist tief. Die Alpen sind kein aufgebautes, sondern ein ausgearbeitetes Gebirge, „dessen ursprüngliche Formen nur mehr schattenhaft durchschimmern."

[1]) Vgl. darüber den Aufsatz von Ed. Richter: „Über Gebirgshebung und Talbildung" (Z. A. V. 1899), speziell für die Tiroler Alpen: Blaas, Struktur und Relief in den Alpen (Z. A. V. 1904).

Dieses Werk der Zerstörung durch die Tätigkeit der Verwitterung, des spülenden und rinnenden Wassers dauerte durch die späteren Phasen der Tertiärzeit hindurch an und wir besitzen viele Anzeichen dafür, daß ein großer Teil der Alpen, namentlich die ganzen Ostalpen, am Schluß der Tertiärzeit bereits zu einem Gebirge mit Mittelgebirgscharakter abgetragen war. Sie bildeten eine Schar von Ketten mit rundlichen, einfachen Bergformen, deren höchste Erhebungen von den widerstandsfähigsten Gesteinen gebildet waren, durchzogen von Tälern, deren Flüsse sich dem Auftreten weicher Schichten angepaßt hatten und mit ruhigem, ausgeglichenem Gefälle dahinflossen. Sie waren nicht mehr ein jugendliches, sondern bereits ein reifes Gebirge geworden. Dann aber haben zwei Ereignisse in der dem Tertiär folgenden und auch die geologische Gegenwart umfassenden Quartärzeit die ruhige Weiterentwicklung unterbrochen: das Wiederaufleben der endogenen Kräfte und die Eiszeit.

Verfolgt man die alten Talböden der großen Alpentäler gebirgseinwärts, wie sie uns in Terrassen und Talleisten entgegentreten, so erhält man für diese ein so steiles Gefälle, wie es in einem reifen Gebirge unmöglich bestanden haben kann. Dieses Gefälle muß durch Störungen tektonischer Natur, durch eine Aufwölbung des ganzen Gebirgskörpers entstanden sein. Die alten Talböden setzen sich nach dem Vorland in eine schwach geneigte Fläche fort, auf der die Schotter der Flüsse des Eiszeitalters abgelagert wurden. Diese Fläche entstand durch Einebnung und Abtragung des schwach gefalteten Alpenvorlands und besitzt gleichfalls ein übersteiles Gefälle, aber auch die von ihr unterlagerten Schotter sind mitunter von kleinen vertikalen Dislokationen und Verwerfungen betroffen worden. In der jüngsten Phase des Tertiärs, im Pliozän, bespülte noch das Meer den ganzen Südfuß der Alpen, indem es den Raum der heutigen Poebene einnahm. Die Uferbildungen dieses Meeres sind gleichfalls schräge gestellt und zumeist mehrere Hunderte von Metern am Alpenrand gehoben.

Diese Erscheinungen lassen sich am Südfuß der Alpen durch die ganze Lombardei bis an die Grenze Venetiens und am Außenrand von Nizza durch die französischen und schweizerischen Alpen bis nach Oberbayern verfolgen; vom Ostrand des Gebirges sind sie noch nicht bekannt geworden. Alle diese Tatsachen machen es unzweifelhaft, daß die Alpen zwar nicht in

ihrer ganzen Ausdehnung, aber doch in ihrem größeren Teile in der Quartärperiode eine Aufwölbung erfahren haben, die nicht mit Faltungserscheinungen verbunden war und von der letzten Faltung durch lange Zeiträume getrennt ist; sie kann auch nicht als Nachwirkung der Faltung aufgefaßt werden, da sie nicht die ganze Masse des Gebirges begreift; sie erfolgte aber im Innern des Gebirges stärker als am Rande, da alle von ihr betroffenen pliozänen, ehemals horizontalen Ablagerungen gebirgseinwärts ansteigen. Die Alpen verdanken somit wenigstens einen Teil ihrer jetzigen Höhe nicht bloß der in der Horizontalen wirkenden Zusammenpressung, sondern einer vertikalen Dislokation, und die nach Osten hin abnehmende Höhe des Gebirges ist nicht nur eine Folge des nach dieser Richtung hin zunehmenden Alters der letzten Faltung und der infolgedessen längeren Dauer der Abtragung, sondern auch des größeren Ausmaßes der nachpliozänen Aufwölbung in den Westalpen.

Zu der Zeit, als diese nachträgliche Emporwölbung und Hebung des Gebirges geschah, war dessen größter Teil bereits der Wirksamkeit des rinnenden Wassers durch den Eintritt der Eiszeit entzogen. Wie wir heute wissen, ist diese die Folge einer Klimaveränderung, von der die ganze Erde gleichzeitig betroffen wurde und deren Ursache wahrscheinlich in einer Verminderung der von der Sonne gespendeten Wärmeenergie zu suchen ist. Das Klima der mittleren Tertiärzeit dürfen wir uns nach dem Charakter der damaligen Lebewelt als ein feuchtwarmes, etwa dem der heutigen subtropischen Zone ähnliches vorstellen, das sich im weiteren Verlauf dieses Zeitalters der Erdgeschichte verschlechterte, so daß es an dessen Ende ungefähr dem heutigen gleichkam. Eine weitere Erniedrigung der Temperatur, die zur Zeit des Höhepunktes der Eiszeit im Jahresmittel etwa 3—4° C. tiefer war als heute, und mit der eine bedeutende Vermehrung des festen Niederschlags im Hochgebirge verbunden war, bezeichnet den Beginn des Eiszeitalters (früher auch Diluvialzeit genannt). Nun füllten sich die Täler der Alpen mit Eisströmen, die sich gegenseitig im Abfließen hinderten und namentlich in den großen Längstälern, wo von allen Seiten die Gletscher der Quertäler zusammenflossen, zu bedeutenden Höhen an den Gehängen aufstauten; so reichte z. B. im Inntal bei Innsbruck das Eis bis zu Höhen von 2000 m, im obersten Salzachtal bis 2200 m, hatte also hier Mächtigkeiten von etwa 1400 m; im

Rhonetal bei Brig erreichte es mit nahezu 2000 m Mächtigkeit überhaupt sein Maximum in den Alpen. Daher waren diese Eisströme auch befähigt, trennende Höhen und Pässe zu überschreiten, sowohl die die einzelnen Stücke der Längstalfurchen verbindenden niedrigen Wasserscheiden, als die aus dem Längstal durch die Randzonen ins Vorland führenden Pässe, und hier flossen sie zu einer Vorlandvergletscherung zusammen, wie wir sie heute im Malaspinagletscher in Alaska sehen. Der Gesamtcharakter der Vergletscherung war also nicht der eines Inlandeises wie in Grönland, durch das alle Formen der Unterlage eingehüllt werden, sondern eines Eisstromnetzes, dessen einzelne Äste sich verzweigten und verknüpften und über das die höchsten Teile des Gebirges in den Ostalpen im Maximum noch rund 1000 m, in der Schweiz bis 1500 m emporragten. Die Richtung der Bewegung war nicht mehr ausschließlich von der Konfiguration des Untergrundes abhängig, da es sich auch über Pässe hinweg bewegte, wenn sie auch im allgemeinen talabwärts nach dem Rand des Gebirges gerichtet war; die Größe des Gefälles war im allgemeinen mäßig und stieg gegen das Innere der zentralalpinen Täler im Durchschnitt bis auf 20 ‰, ausnahmsweise bis zu 40 ‰, so daß sich hier die eiszeitliche Eisoberfläche mit der der heutigen Gletscher traf.

Das Klima unserer Erde blieb aber auch während des Eiszeitalters nicht konstant; die diluviale Vergletscherung erfuhr nicht nur geringe Schwankungen von der Art, wie sie an unseren heutigen Gletschern zu beobachten sind, sondern es stießen die Gletscher aus den großen Alpentälern mehrmals bis ins Vorland hinaus und zogen sich wieder bis ins Gebirge zurück. Die Beweise für mehrfache Vergletscherungen oder Eiszeiten, die durch warme Zwischeneiszeiten oder Interglazialzeiten getrennt waren, erhält man vornehmlich aus den Ablagerungen des Eiszeitalters im Vorland des Gebirges. Hier haben die Gletscher ihre gewaltigen Moränenmassen abgelagert, die gelegentlich ein vielgestaltetes unruhiges Hügelland, die Moränenlandschaft, aufbauen. Die dem Eise entströmenden Schmelzwasserflüsse haben die Moränenwälle wieder teilweise zerstört und als Schotter abgelagert, wobei sie ihre Täler zu namhaften Höhen zuschütteten. Man findet nun im Vorland nicht nur mehrere Moränensysteme hintereinander in verschiedenem Zustand der Erhaltung, sondern mehrere Schottersysteme entweder übereinander lagernd, derart,

daß je zwei Schotterdecken durch eine Verwitterungsfläche getrennt sind, oder ineinander geschachtelt, indem die jüngeren Schotter-Terrassen in den in die älteren eingeschnittenen Tälern bilden. Diese Lagerungsverhältnisse der „fluvioglazialen" Bildungen (vgl. Abb. 10) beweisen uns, daß zwischen der Ablagerung von je zwei Schottermassen längere Zeiträume verstreichen mußten, in denen die Schotterfläche oberflächlich verwitterte und eine Bodenkrume bildete oder die Flüsse sich neue Täler in ihre früheren Aufschüttungen eintieften. Da nun jede Schottermasse sich mit Moränen verknüpft und aus solchen hervorgeht, ist auch ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Vorstößen des Eises erwiesen. Es bedeutet also für das Vorland jede

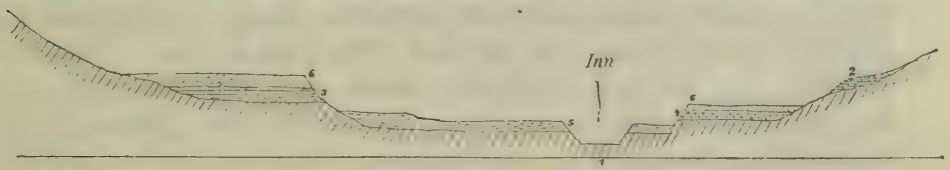


Abb. 10. Schematische Darstellung der Schotterterrassen im Inngebiet (nach Penck).

1. Tertiär. 2. Älterer Deckenschotter. 3. Jüngerer Deckenschotter. 4. Hochterrassenschotter. 5. Niederterrassenschotter. 6. Löß.

Eiszeit eine Zeit der Talzuschüttung, jede Interglazialzeit eine Zeit neuerlicher Erosion. Die genaue Untersuchung der eiszeitlichen Ablagerungen im Vorland der Alpen durch Penck und Brückner hat nun ergeben, daß wir (wenigstens für die Alpen) eine viermalige Vergletscherung anzunehmen haben und daß in den Zwischeneiszeiten die Täler etwa im heutigen Umfange eisfrei waren.[1]) Ja wir haben sogar Anhaltspunkte dafür, daß wenigstens in der letzten Interglazialzeit das Klima der Alpen wärmer und trockener war als heute. Das lehren namentlich die Pflanzenfunde, die in einer fest verkitteten Brekzie bei Hötting oberhalb Innsbrucks gemacht wurden. Diese ist die einzige sichere Interglazialbildung im Innern des Gebirges, wo wir ja solche Ablagerungen schon aus dem Grunde kaum zu erwarten haben, da sie durch die Eisströme der folgenden Vergletscherungen

[1]) Penck bezeichnet die vier Eiszeiten in der Reihe ihres Alters als Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit, die zugehörigen Schotter sind der ältere und jüngere Deckenschotter, der Hochterrassen- und der Niederterrassenschotter.

wieder herausgeschafft, erodiert werden mußten. Die Höttinger Brekzie enthält nun Reste von Pflanzen, wie sie heute noch in der Gegend des Schwarzen Meeres vorkommen. Damit stimmt auch überein, daß der in Mitteleuropa weit verbreitete Löß, eine durch den Wind abgelagerte, kalkreiche Bodenart, interglazialen Alters ist und auf ein Steppenklima zur Zeit seiner Ablagerung hinweist.

Die Dimensionen der vier Vergletscherungen waren verschieden groß, so zwar, daß die der letzten Eiszeit angehörenden, überall noch deutlich verfolgbaren Jungmoränen einen dem Gebirge zunächst liegenden Kranz bilden, während die nur mehr in Resten erhaltenen und verwaschenen Altmoränen der früheren Eiszeiten weiter außerhalb im Vorlande liegen. Zur Zeit der größten Ausdehnung des alpinen Eises reichte der Durancegletscher bis an den Fuß der Alpen bei Sisteron; das Eis des Rhonetales bildete mit dem des Arve- und Isèretales ein einheitliches Ganzes, den „rhodanischen Gletscher", dessen äußerste Moränen oberhalb Lyon liegen, wo sich das Eis am Abfall des französischen Zentralplateaus anstaute. Die aus den Schweizer Alpentälern kommenden Gletscher erfüllten das Vorland zwischen Alpen und Jura als ein einheitlicher „helvetischer" Gletscher, überfluteten den größten Teil des Jura und reichten im Rheintal bis nahe an Schaffhausen und an die Donau oberhalb Sigmaringen. Im deutschen Alpenvorland vereinigten sich Iller-, Lech-, Isar-, Inn- und Salzachgletscher zu einer zusammenhängenden Vorlandsvergletscherung, deren äußerster Rand in zahlreichen, den einzelnen Talgebieten entsprechenden Bogen bis 65 km vom Alpenrande entfernt war und bis in die Breite von München reichte; auch der Traungletscher stieß noch ins Vorland vor; hingegen blieben die weiter östlich folgenden Gletscher infolge der geringeren Höhen ihres Einzugsgebietes im Gebirge stecken: der Ennsgletscher bei Hieflau, der Murgletscher bei Judenburg, der Draugletscher am Ostrand des Klagenfurter Beckens. Am Südrand der Alpen reichten die „padanischen" Gletscher umsoweiter in die Poebene hinein, je größer ihr Einzugsgebiet war; südlich vom 45.° Breite hat kein Gletscher die Alpen verlassen, aber gewaltige Amphitheater aus Moränenwällen spannen sich weiter östlich um die Ausgänge der Alpentäler, bei Ivrea am Austritt der Dora baltea ein Hügelland von 20 km Erstreckung und 400 m relativer Höhe, die „Serra"

bildend. Weiter östlich ergossen sich die Gletscher aus den Tälern des Langen- und Comersees in die Poebene, wobei sie sich vielfach verknüpften und eine zusammenhängende, die „insubrische" Vergletscherung, bildeten. Dann umspannen die Endmoränen des Ogliogletschers den Iseosee, des Etschgletschers, die größten Moränen auf der Südseite der Alpen, das Südufer des Gardasees, während noch weiter gegen Osten ebenso wie im Norden die Gletscher im Gebirge endeten.

Nach der Ablagerung der Jungmoränen beginnt der letzte Rückzug des Eises ins Gebirge, aber er geschah nicht kontinuierlich, sondern infolge mehrfacher schwächerer Oszillationen des Klimas etappenförmig in einzelnen Stadien. Nachdem die Gletscher bereits tief ins Gebirge zurückgewichen waren, trieb sie ein neuerlicher Vorstoß wieder an den Alpenrand hinaus. In diesem sog. „Bühlstadium" reichte z. B. der Reußgletscher bis zum unteren Ende des Vierwaldstätterssees, der Rheingletscher bis unterhalb Chur, der Inngletscher bis nahe an Kufstein. Zwischen der Ablagerung der Jung- und der Bühlmoränen muß ein längerer Zeitraum verstrichen sein, da sich in ihm an mehreren Stellen in der Schweiz dünne Kohlenflötze bilden konnten. Die nächsten Haltepunkte der sich zurückziehenden Vergletscherung (Gschnitz- und Daunstadium) sind gleichfalls durch Moränenwälle markiert, die bereits tief im Innern des Gebirges gelegen sind.

Einen Maßstab zum Vergleich des Klimas der letzten Eiszeit mit dem heutigen erhalten wir durch den Abstand der damaligen Schneegrenze von der gegenwärtigen; es zeigt sich, daß jene ungefähr der heutigen parallel, aber etwa 1300 m unter ihr verlief, also in den nördlichen Alpen zwischen 1000—1400 m, wo sie heute rund 2400—2700 m hoch liegt. Dann erscheint uns aber auch die Eiszeit als kein so außerordentliches Phänomen, wenn wir bedenken, daß auch gegenwärtig in den einzelnen Teilen der Alpen die Schneegrenze um mehrere 100 m verschieden hoch liegt.

Das Vorland der Alpen war der Schauplatz einer großartigen Aufschüttung der aus dem Gebirge herausgeschafften Trümmer durch das Eis und seine Schmelzwasserströme. Dies konnte aber nur geschehen auf Kosten der Abtragung und Zerstörung des Gebirges durch das fließende Eis selbst. Die eiszeitlichen Gletscher haben in ihren Betten eine ihrer Mächtigkeit

entsprechende, erodierende Tätigkeit entfaltet, durch die das Relief des Gebirges eine gründliche Umgestaltung erfuhr.

Während das rinnende Wasser linienhaft wirkt und schmale V-förmige Einschnitte schafft, arbeitet der Gletscher mit seiner ganzen Basisfläche wie ein breiter Hobel. Er vermag nicht nur das Gestein zu glätten, polieren und schrammen, Gletscherschliffe zu schaffen, Rundhöcker zu formen und losen Verwitterungsschutt auszuräumen, sondern den festen Felsgrund anzugreifen und auszuschürfen. Dadurch wird die Sohle des Gletscherbettes immer tiefer gelegt und das ursprünglich V-förmige Tal in einen U-förmigen Trog verwandelt, dessen Sohle beträchtlich tiefer liegt als die des alten Tales. Steil steigen die vom Eise abgeschliffenen Gehänge des Troges von dessen breitem Boden bis zum Trogrand an; hier setzt ein stets deutlich verfolgbarer Gefällsbruch ein, eine sanfter ansteigende Gehängepartie, die man als Schulter bezeichnet, worauf dann abermals ein steilerer Anstieg bis zur Gipfelregion folgt; die Schliffgrenze, bisweilen als deutliche Schliffkehle entwickelt, trennt die einst vom Eise bestrichenen und abgeschliffenen Gehängspartien von den mit rauhen Verwitterungsflächen bedeckten obersten Teilen, wo auch während der Eiszeit die Verwitterung durch die atmosphärischen Agentien wirkte.

Diese Gestaltung herrscht in allen Tälern der Alpen, die in der Eiszeit von Gletschern erfüllt waren, sie fehlt daher in den Tälern der östlichsten und niedrigsten Alpengruppen, die auch in der Eiszeit nur der Wirkung des rinnenden Wassers ausgesetzt waren.

Verfolgen wir die Trogränder talaufwärts, so sehen wir sie am Hintergehänge des Tales, an der Wurzel des alten Eisstromes, zusammenlaufen; hier umschließen sie den sackförmig gestalteten Trogschluß. Hier flossen in der Eiszeit von allen Seiten die Eismassen zusammen, hier erfuhr der Eisstrom eine plötzliche Vermehrung seiner Mächtigkeit und damit stieg auch momentan seine Erosionsfähigkeit; über eine riesige, oft viele 100 m hohe Stufe müssen die heutigen Bäche herabstürzen, um die Wand des Trogschlusses zu überwinden und die Talsohle zu gewinnen.

Bekannte Beispiele für Trogschlüsse bieten die Täler der Zillertaler Alpen, z. B. die Gunkel und das Floitental oder

der breite Talkessel von Maierhofen. In einem gewaltigen Trogschluß endet das Tal des Königsees, wo vom See aus 1400—1600 m hohe, kaum gangbare Wände zu der Höhe des Plateaus aufsteigen. In ähnlicher Situation liegen die Gosauseen, deren Trog sich in das Dachsteinplateau hineindrängt.

Betrachten wir ein alpines Tal im Längsschnitt, so fällt die Unregelmäßigkeit seines Gefälles auf. Der Fluß strömt nicht in ruhigem, gleichmäßigem Laufe dahin, sondern wir beobachten einen beständigen Wechsel von breiten, oft versumpften und flachen Talböden und schmalen, oft schluchtähnlichen Engen, die der Bach mit großem Gefälle durchmißt. Felsriegel trennen die Becken; wie eine riesige Treppe steigt ein solches Tal abwärts. Zumeist sind die Becken mit jüngeren Anschwemmungen erfüllt, die Riegel vom Flusse zerschnitten, so daß sich der ganze Talverlauf in eine Reihe von Seen, durch Felsschwellen getrennt, auflösen würde, wenn man sich die Aufschüttungen und Einschnitte entfernt denkt. Mit dieser Erscheinung des Stufenbaues der Täler verknüpft sich sofort eine andere, die Stufenmündung der Nebentäler. Diese münden nicht gleichsohlig in das Haupttal, sondern der Bach des (selbst wieder stufenförmig gebauten) Nebentales tritt plötzlich an eine Wand heran, über die er ins Haupttal herabstürzt, oder es erfolgt mindestens vor dem Austritt in dieses eine Vergrößerung seines Gefälles, das Tal verengt sich schluchtartig vor der Mündung ins Haupttal. Solche Täler, bezeichnet man als Hängetäler. Die erodierende Tätigkeit der eiszeitlichen Gletscher gibt uns auch hier den Schlüssel zum Verständnis aller dieser Erscheinungen. Der Gletscher hat sein Bett tiefer gelegt, u. zwar umso stärker, je mächtiger er war; die beträchtlichste Erosion wurde daher dort ausgeübt, wo der Gletscher des Haupttales durch den eines bedeutenden Seitentales verstärkt wurde; daher findet man die Becken oder Talweitungen fast stets an die Vereinigung zweier Täler geknüpft und oberhalb davon das Tal durch eine Stufe gesperrt. Da ferner der Gletscher des Haupttales in der Regel mächtiger war als der des Seitentales, übte er eine bedeutendere Erosion aus als der schwächere Zufluß, und es blieb dessen Bett in der Vertiefung zurück; das Haupttal erfuhr eine Übertiefung, und als die Gletscher geschwunden waren, strebten die Gerinne danach, die durch die glaziale Erosion entstandenen Gefällsbrüche zu beseitigen. Sie durchsägen und zerstören die stehen gebliebenen Riegel und Stufen

in engen Klammen und Wasserfälle bildend; anderseits werden die übertieften Talstrecken durch Gerölle oder Schuttkegel zugeschüttet.

Die Erscheinungen der Übertiefung können wir in allen Talsystemen der Alpen studieren; am auffälligsten vielleicht treten sie im Gebiet der Salzach entgegen. Aus den Hohen Tauern richten sich hier zahlreiche parallele Täler nach Norden zur Salzach. Es sind meist typische Trogtäler, über deren Trogschlüsse zerklüftete Gletscherzungen herabhängen; besonders großartig ist der Abschluß des Fuschertales und jedem Wanderer, der den vielbesuchten Weg über die Pfandlscharte gemacht hat, wird der steile Anstieg, „der Schinder", in Erinnerung geblieben sein, der aus dem breiten, ebenen Talboden von Ferleiten an das Ende des Gletschers hinaufführt. Einen prächtigen Trogschluß besitzt auch das Gasteinertal, das überdies sich durch einen deutlichen Stufenbau auszeichnet. So vereinigen sich bei Bad Gastein das Kötschach- und das Haupttal stufenförmig und die Ache des letzteren bildet die bekannten Wasserfälle in Bad Gastein. Alle diese Tauerntäler (mit Ausnahme des Fuschertales) aber münden mit großartigen Steilstufen in das übertiefte Salzachtal; in drei Fällen von zusammen 450 m Höhe, den größten der Ostalpen, stürzt die Krimmler Ache herab, um die Sohle des überdies stark zugeschütteten Längstales zu erreichen, so daß hier der Betrag der Übertiefung etwa 500 m erreicht. Bei Bruck verläßt die Talweitung des Pinzgaus das Salzachtal und setzt sich über das Becken des Zellersees nach N in das Tal der Salzach fort, den Weg andeutend, den einst der Hauptarm des Salzachgletschers genommen hat. Das Salzachtal selbst verengt sich zwischen Bruck und Lend zu einer schwer wegsamen Schlucht, die aber gleichfalls die Merkmale der Übertiefung trägt, wobei sich Reste des alten Talbodens durch das ganze Längstal verfolgen lassen. Hier mündet die Ache des Rauriser Tales, nachdem sie die berühmte Kitzlochklamm gebildet hat, und in einem Wasserfall stürzt die Gasteiner Ache in die Salzach. Dann weitet sich das Salzachtal abermals und mit einer Stufe von 300 m Höhe mündet das Groß-Arltal, dessen Bach die großartige Lichtensteinklamm eingeschnitten hat, die nur durch schwierige Weganlagen und Tunnels gangbar gemacht ist. Der Trog des Salzachtales wendet sich nun nach Norden und wird durch den riegelartig sich vorschiebenden Ofenauer Berg abgesperrt. So entstand der in der Kriegsgeschichte wichtig gewordene Paß Lueg

zwischen den Weitungen von Werfen und Golling. Auch solche Riegel gehören zum Formenschatz der ehemals vergletscherten Täler. Sie treten zumeist dort auf, wo der Gletscher sich in mehrere Arme spaltete, somit eine plötzliche Verminderung seiner Mächtigkeit und damit auch seiner Erosionsfähigkeit eintrat. Wir treffen sie im Salzachtal wieder, sobald wir unterhalb Golling in seine trichterförmige Erweiterung eingetreten sind und das Becken von Salzburg erreicht haben. In stattlicher Breite öffnet sich nun das Tal zum Vorland, eine weite Lücke im Gebirge bildend, durch die die Flyschzone auf 13 km Breite unterbrochen ist. Tal und Becken sind übertieft, von allen Seiten münden die kleinen Bäche stufenförmig. Als scharfe Rippe schiebt sich der Kapuzinerberg in das Becken hinein, in seiner Fortsetzung erhebt sich, nur durch den heutigen Lauf der Salzach von ihm getrennt, als inselartige Aufragung der Schloßberg. Sie bilden Aufragungen des Grundgesteines, Reste des alten Talbodens, die aber auch noch vom Eise beträchtlich erniedrigt und modelliert wurden und nur deshalb sich erhalten haben, weil sich der Gletscher hier nahe seinem Ende in einzelne Lappen teilte und dazwischen Aufragungen der alten Oberfläche stehen ließ. Gleichsam im Schutze des Salzburger Schloßberges liegt der Mönchsberg, nicht mehr aus Kalk bestehend, sondern aus einem fest verkitteten Konglomerat, der Salzburger Nagelfluh, die schräg geschichtet ist wie die Deltaablagerung eines Flusses. Durch sie ist das Neutor durchgebrochen, aus ihr die Gewölbe des Peterskellers herausgehauen. Ihre Lagerung zwischen Moränen beweist ihr interglaziales Alter; sie ist wie mehrere ähnliche Vorkommnisse in der Salzburger Umgebung der Rest der Ausfüllung eines etwa 150 km² großen und bis 80 m tiefen Sees, der in der letzten Interglazialzeit das Salzburger Becken erfüllte, durch den Kranz der Altmoränen abgedämmt war und durch die groben Schotter der damaligen Salzach zugeschüttet wurde. Der letzte Gletscher hat diese Ausfüllung, nachdem sie bereits fest verkittet war, wieder bis auf wenige Reste ausgeräumt, deren größter im Mönchsberg sich eben deshalb erhalten konnte, weil er hier im Schutze der Insel des Schloßberges lag. So ist die Lage der herrlichen Salzachstadt aufs innigste verknüpft mit der wechselvollen Geschichte des Eiszeitalters und verdankt diesem den Zauber ihrer Schönheit.

In ähnlicher Weise ließen sich die Merkmale der erodierenden

Tätigkeit der eiszeitlichen Gletscherströme durch alle großen Talsysteme der Alpen innerhalb des Bereiches der alten Vergletscherung verfolgen. Wir treffen sie in ausgezeichneter Entwicklung im Inngebiet, wo allerdings die Geschichte des Tales sich noch kompliziert durch die Einlagerung einer breiten Terrasse, des Innsbrucker Mittelgebirges, das, teils aus anstehendem Gestein, teils aus Moränen und Schottern aufgebaut, durch den Gletscher des Bühlstadiums herausmodelliert wurde.

Dieselben Erscheinungen kehren in den Westalpen wieder; es sei nur erinnert an das breite, trogförmig gestaltete Quertal des Rheins, das sich trichterförmig zum Bodensee erweitert und in seiner ganzen Erstreckung übertieft ist; in enger Klamm tritt von Westen die Ill in die Talsohle des Rheins, aus der wilden Taminaschlucht stürzt bei Ragaz der Taminabach heraus. Durch eine Reihe von Querriegeln ist das obere Aaretal in eine große Zahl von Becken zerlegt; einen von diesen durchsägt die Aare in der berühmten Schlucht, aus der sie in das übertiefte Becken von Meiringen tritt; in ähnlicher Weise folgen Riegel und Becken im oberen Reußtal bei Amsteg aufeinander; besonders großartig ist die Schlucht der Schöllenen zwischen Göschenen und Andermatt, in die die Straße aus dem breiten Urserental durch das Urner Loch tritt. Das ganze Rhonetal von Brig bis zur Enge von St. Maurice ist geradezu der Typus eines trogförmigen und übertieften Haupttales, in das fast alle Seitentäler stufenförmig münden, aus dem Mont-Blanc-Gebiet das Trienttal mit der „Gorge du Trient", einer der großartigsten Klammen der Alpen; hoch über der heutigen Talsohle aber verlaufen hier wie noch in einigen anderen Schweizer Tälern die Reste zweier Talböden, von denen man den oberen als voreiszeitlich, den tieferen als interglazial aufzufassen hat.

Die Talweitungen der übertieften Täler bedeuten zumeist erloschene Seen. Aber auch gegenwärtig ist noch der Seenreichtum der Alpen ein großer; ob sie nun als anmutige, schlichte Vorlandseen in das flachwellige Hügelland des Alpenvorlandes eingebettet sind oder als Randseen mit ihrem oberen Ende bereits in das Gebirge hineinreichen, als Talseen das gleichsinnige Gefälle des Talbodens unterbrechen oder gar als einsame Hochseen eine wohltätige Abwechslung in die Öde der Hochregion bringen, fast stets läßt sich ein Zusammenhang mit der alten Vergletscherung erweisen.

Der Typus der Vorlandseen herrscht namentlich auf dem bayrischen Alpenvorland; hier liegen im Bereich des alten Lechgletschers mehrere kleine Seen nahe dem Rand des Gebirges, im Becken des alten Isargletschers Ammer- und Würmsee; die Endmoränen des östlich vom Inngletscher aus dem Gebirge selbständig herausgetretenen Gletschers des Großachentales umspannen den größten der bayrischen Vorlandseen, den unregelmäßig gelappten, meist flachufrigen Chiemsee, den aber im S. Kalkberge überragen und auch der Schliersee und Tegernsee gehören bereits dem Gebirge an; das Salzburger Becken haben wir schon als erloschenes Seebecken kennen gelernt, und das gleiche gilt vom Rosenheimer Becken, dessen Torfreichtum schon auf eine einstige Wassererfüllung schließen läßt. Auf das österreichische Vorland treten der Attersee und Traunsee heraus, in deren Hintergrund bereits hohe Kalkberge aufragen und die also zu den Randseen zu rechnen sind; sie bilden mit dem Irr-, Fuschl-, Mond- und Wolfgangsee zusammen die untere Gruppe der reizenden Seen des Salzkammergutes, während Hallstättersee und die beiden Aussee Seen schon als echte Talseen in großartiger Umgebung im Innern des Gebirges liegen. Auch auf dem Schweizer Vorland herrschen Randseen vor; der Reihe nach bezeichnen Genfersee, Brienzer- und Thunersee, die nur durch das Delta der Lütschine getrennt sind, Vierwaldstätter- und Züricher see und endlich der Bodensee die zu Becken umgestalteten Talstrecken der aus dem Gebirge heraustretenden Flüsse. Eine dritte Seengruppe endlich schmückt den Südrand der Alpen; an den Ufern des Langensees, des Luganer- und Comersees und des Gardasees vollzieht sich der rasche Übergang von der Erhabenheit der südlichen Kalkalpen zu den milden, gesegneten Strichen einer italienischen Vegetation. Allen diesen Seen sind, gleichgültig, welches das Verhältnis ihrer Lage zum Gebirge sein mag, gewisse Merkmale gemeinsam. Sie liegen in den übertieften „Zungenbecken" der alten Gletscher. Die Bildung der Zungenbecken aber kann nur durch einen Erosionsvorgang erfolgt sein; sie können weder bloß durch Abdämmung durch Moränen, noch durch Krustenbewegungen entstanden sein. Denn einerseits würde die Beckenform noch zurückbleiben, auch wenn man sich den Kranz der Endmoränen, der die Becken umspannt, fortgenommen denkt, wenn er auch in manchen Fällen, wie z. B. am Gardasee und Langensee, zur Erhöhung des Seespiegels beiträgt; anderseits

zeigt das Niveau der voreiszeitlichen Talböden im Bereich der Becken ein einheitliches Gefälle alpenauswärts und keinerlei Rückbiegungen. Wir haben die Übertiefung der Alpentäler im Innern des Gebirges als ein Werk der glazialen Erosion kennen gelernt; hier am Rand des Gebirges oder im Vorland, nahe den Enden der alten Gletscher tönt sich diese Wirkung mit abnehmender Mächtigkeit und Erosionsfähigkeit des Eises allmählich aus und am Endmoränengürtel tritt an ihre Stelle die glaziale Akkumulation. So entstand das ungleichsinnige Gefälle der heutigen Täler nahe den Gletscherenden, die ehemaligen

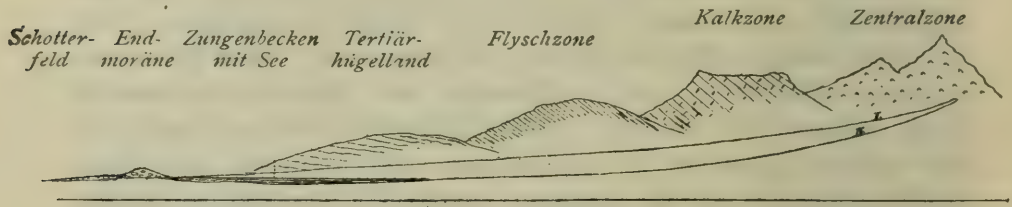


Abb. 11. Schematische Darstellung der Talübertiefung und Beckenbildung. I. Präglaziale Talsohle. II. Übertiefte Talsohle.

Talstrecken wurden durch die Erosion des Eises in geschlossene Hohlformen verwandelt, die nichts anderes sind als die Enden der übertieften Alpentäler und die uns heute teilweise als Seen entgegentreten (Abb. 11).

Die Gliederung der Becken ist eine verschiedene, je nach der Art, wie der Gletscher aus dem Gebirge herausgetreten ist. Ungehindert, wie große Fächer, konnten sich Inn- und Salzachgletscher auf dem Vorland ausbreiten und teilten sich in mehrere Lappen. Daher hinterließen sie ein großes rundliches Stammbecken, von dem nach allen Seiten radiale Zweigbecken auslaufen. Der Traungletscher konnte sich bereits im Gebirge fächerförmig verbreiten, daher ist sein Stammbecken verkümmert und von zahlreichen Zweigbecken im Gebirge selbst umgeben. Ein riesiges Stammbecken stellt der Bodensee in seinem oberen Teile, dem Obersee, dar, und mit ihm vereinigt sich unmittelbar der strahlenförmige Kranz der Zweigbecken, von denen drei noch von Wasser erfüllt sind: die Becken des Überlinger-, Zeller- und Untersees. Tief im Gebirge liegen die Stammbecken der schweizer Gletscher. Im Linthgebiet haben wir den Walensee als Stammbecken, den Züchersee als das größere von zwei Zweigbecken

anzusehen. Besonders verwickelt sind die Verhältnisse im Reußgebiet, wo nur der Urnersee, der oberste Teil des Vierwaldstättersees, als Stammbecken anzusehen ist, an das sich als Zweigbecken der gewunden verlaufende untere Vierwaldstättersee einerseits, Lowerzer-, Zuger- und Ägerisee anderseits angliedern.

Die Tiefe der alpinen Randseen ist mitunter beträchtlich, erreicht sie doch beim Genfersee 310 m, beim Bodensee 252 m, beim Comersee gar 410 m (vgl. Tabelle S. 145). Aber einerseits muß berücksichtigt werden, daß gerade die auffallend großen Tiefen der südalpinen Randseen nur teilweise auf Rechnung der glazialen Erosion zu setzen sind, sondern daß hier die Abdämmung durch Moränen einen namhaften Anteil an der Aufstauung der Seen hat. Anderseits aber verschwindet der Eindruck, als ob man es bei unseren Seen mit tiefen Löchern zu tun hätte, sofort, wenn man sie sich im wahren Verhältnis von Länge und Tiefe darstellt; dieses beträgt z. B. beim Genfersee 1:226, beim Züchersee 1:280, d. h. die Tiefe des Sees ist verschwindend klein im Verhältnis zur Länge, die Seen stellen tatsächlich nur sehr unbedeutende Unterbrechungen des gleichsinnig geböschten Talsystems dar.

Ganz analoge Erwägungen wie für die Entstehung der Rand- und Vorlandseen gelten auch für die im Innern des Gebirges gelegenen Talseen, wie z. B. den Königsee oder Hallstättersee. Auch sie liegen in übertieften Talstrecken und zwar, wie in jedem einzelnen Falle gezeigt werden kann, dort, wo die Erosionsfähigkeit des Gletschers eine besondere Steigerung erfuhr, etwa durch das Zusammenfließen mehrerer Eisströme. Ihre Becken bedeuten lokale Zentren der Vergletscherung und sind also gleichfalls Werke der glazialen Erosion.[1])

Die großen Gletscher der Eiszeit haben nicht nur den von ihnen durchströmten Tälern die Spuren ihrer Wirksamkeit aufgeprägt, sondern auch die Hochregion des Gebirges wesentlich ausgestaltet. Alle Höhen, die gänzlich vom Eise verhüllt und überflossen wurden, wurden vom Eise abgeschliffen und er-

[1]) Allerdings gibt es vielfach Ausnahmen von dieser Regel; so bedeutet der Zeller See im Pinzgau eine ausgesparte Lücke in den Aufschüttungen der benachbarten Täler. Andere Talseen sind durch Flußschotter der Eiszeit aufgedämmt worden, wie der Achensee und der Kalterer See im Etschtal bei Bozen. Noch andere verdanken jugendlichen Bergstürzen ihre Entstehung wie der Alleghesee bei Caprile.

hielten rundliche Gipfelformen. So tragen die meisten Berge der Schieferzone, wie Schmittenhöhe, Kitzbühler Horn und Hohe Salve, aber auch die zum Unterinntal abfallenden Höhen des Karwendel- und Sonnwendgebirges charakteristische Rundformen. Wo der Gletscher am Gehänge entlang glitt, treffen wir mit mehr oder minder großer Deutlichkeit die bereits erwähnte Schliffgrenze entwickelt. Sie muß dort aussetzen, wo sich das Eis vom Gehänge weg bewegte, also an den Wurzeln der Gletscher. Hier finden wir zahlreiche, tief in das Gehänge sich eindrängende Nischen, die rückwärts von steil ansteigenden Wänden halbkreisförmig umrahmt werden und sich nach vorne breit gegen das viel tiefer eingeschnittene Gletschertal öffnen. Das sind die Kare (Abb. 12); stets setzt sich der breite, oft beckenförmige Karboden deutlich sowohl von der Karwand, als auch von dem steil sich herabsenkenden Talgehänge ab. Häufig liegen mehrere Kare übereinander und bilden eine Kartreppe. Dort, wo sich vor Beginn der Vergletscherung eine kleine, durch Verwitterung oder Wassererosion gebildete kleine Nische oder der Wurzelpunkt eines Wildbachgrabens befand, sammelte sich bei dem allmählichen Herabrücken der Schneegrenze Schnee an, aus dem sich mit der Zeit ein kleiner selbständiger Gletscher oder gar die Wurzel eines großen Eisstromes entwickelte. Auch hier kam die erodierende Tätigkeit des Eises zur Geltung, der Boden der Nische wurde ausgescheuert und vertieft, und es entstand die beckenförmige Gestalt des Kares.

Kare sind somit die Betten eiszeitlicher Gletscher; sie können natürlich nur auf jenen Erhebungen vorkommen, die während der Eiszeit keine zusammenhängende Eisbedeckung besaßen, also nur dort, wo sich über die alte Gletscheroberfläche größere Gehängepartien erhoben und das Firnfeld des alten Gletschers von einem Stück eisfreien Gehänges überragt war. Indem sich in die ursprünglichen Mittelgebirgsformen des Gebirges von allen Seiten Kare einschnitten, erhielt die einst einfache und rundliche Berggestalt eine größere Gliederung, die die Kare trennenden Gehängeflächen wurden immer schmäler und allmählich zu scharfen Seitengraten und Bergrippen umgestaltet, die Verwitterung wirkte auf den freigelegten Karwänden und auf den Gratpartien zerstörend, und so wurde der ehemalige Mittelgebirgscharakter des Gebirges in den heutigen Hochgebirgscharakter übergeführt.

In den Alpen treffen wir Kare in allen Teilen des Ge-

birges, in den Ostalpen allerdings in viel größerer Zahl als in den Westalpen, wohl deshalb, weil diese schon vor der Eiszeit Hochgebirgsformen mit schmalen Firsten und ohne breite Kämme besaßen und hier daher die für die Ansiedlung von Karen günstigen Bedingungen nicht gegeben wären. Das Auftreten von Karen ist unabhängig von der Gesteinsbeschaffenheit und der Struktur; sie kennzeichnen die Kalkketten des Karwendelgebirges, dem sie den Namen gegeben haben, ebenso wie die Gneisketten der Zentralalpen und namentlich deren niedrigere östliche Gruppen, wie die Niedern Tauern, die steirischen und Kärnter Alpen, die heute keine Vergletscherung mehr besitzen und wo in der Eiszeit große Eisströme in den Tälern nicht mehr zur Entwicklung kamen, verdanken ihre Hochgebirgsformen einzig und allein dem reihenweisen Auftreten der Kare. Da der Karboden häufig eine geschlossene Beckenform hat und gegen das Tal durch einen festen Felsriegel oder einen Moränendamm abgesperrt ist, so sammelt sich in ihm das Wasser zu einem See an; die zahllosen kleinen und wenig tiefen Hochseen unserer Alpen sind somit in ihrer Mehrzahl als Karseen aufzufassen. Eine andere Gruppe von Hochseen ist gekennzeichnet durch ihre Lage auf hochgelegenen und breiten Pässen. Die Höhen des Brenners, des Reschen-Scheidecks, des Gotthards, Berninapasses, der Gemmi tragen solche Paßseen; alle diese Pässe wurden vom Eise überschritten, und die an der Gletscherſohle in den festen Fels eingeschliffenen Becken wurden vor der Zuschüttung durch Flüsse auf der Paßhöhe bewahrt und treten heute noch als Seebecken entgegen, während die der Täler zumeist schon ausgefüllt und erloschen sind.

Indem die Gletscher Pässe überschritten und vertieften, Bekken schufen, Täler ungleich stark vertieften oder verbauten, mußten sie vielfach die voreiszeitliche Anordnung der Gewässer umgestalten und den Verlauf der Wasserscheiden verschieben. Solche Veränderungen der Flußläufe sind aber zumeist nur untergeordneter Natur; das vor der Eiszeit durch die Tätigkeit des rinnenden Wassers gegebene Entwässerungsgesetz hat in seinen großen Zügen durch das Eiszeitalter sich bis zur Gegenwart behauptet.

So gewahren wir überall im Bereich der ehemaligen Vergletscherung der Alpen die Merkmale einer großartigen Erosion des fließenden Eises; sie hat Formen geschaffen, die das Wasser niemals zustande bringen kann. Die Trogform und Übertiefung der Täler, die Stufenmündungen der Hängetäler, der Seenreichtum

des Gebirges in allen Höhenlagen und Zonen, die Kare der Hochregion erscheinen uns als das Werk der glazialen Erosion. Ohne Übertreibung können wir sagen: was die Alpen an malerischen Schönheiten besitzen, verdanken sie mittelbar oder unmittelbar der Eiszeit. Als ein Mittelgebirge sind sie in diese eingetreten, als das Hochgebirge, dessen Formenreichtum uns entzückt, aus ihr hervorgegangen. Die östlichsten Gruppen, die den Wirkungen des Eises entzogen waren, haben ihren voreiszeitlichen Mittelgebirgscharakter noch heute vorwiegend bewahrt und nur in der Umgebung der über 2000 m hohen Gipfel treten hier inselartig Hochgebirgsformen inmitten des herrschenden Mittelgebirgscharakters auf. Gegenwärtig sehen wir das fließende Wasser wieder an der Arbeit, die vom Eise geschaffenen Formen zu zerstören, indem es die Becken zuschüttet und die Felsriegel und Talstufen zerschneidet, und auf den Höhen wirkt unablässig abtragend und ausgleichend die Verwitterung. So gehen die Alpen ihrem einstigen Mittelgebirgszustand wieder entgegen, bis vielleicht eine neue Eiszeit wieder ein neues schlankeres und niedrigeres Hochgebirge schafft. —

Abb. 12. Unteres Roßkar in den Zillertaler Alpen.
Nach einer Photographie von Dr. A. E. Forster.

Abb. 13. Karstlandschaft bei Seissal in den Basses-Alpes.
Nach einer Photographie von W. Kilian.

IV. Topographische Übersicht der Alpen.

Der kurze Überblick über den inneren Aufbau des Gebirges und die Ausgestaltung seines Reliefs ermöglicht es uns nun, in wenigen Zügen die einzelnen Alpengruppen in ihrer Verknüpfung und Trennung durch Tallinien zu schildern, wobei wir nicht immer gerade die tiefsten Täler als Grenzlinien heranziehen, sondern solche, durch die nach Aufbau und Oberflächengestaltung möglichst einheitliche Gebiete herausgeschält werden.

Am schwierigsten fällt eine solche Gliederung im südlichen Teil der Westalpen, die wir als französisch-italienische Alpen bezeichnen und nach N bis zu der wichtigen Verkehrslinie reichen lassen wollen, die aus dem Quertal der Rhône bei Martinach (Martigny) über den Großen St. Bernhard (2470 m) in das Tal der Dora baltea führt und bei Ivrea die piemontesische Ebene erreicht. Die hier durch den Gebirgsbau vorgezeichnete Gliederung in vier Zonen, die Kalkalpenzone, die zwei Zonen von Zentralmassiven und die zwischen diese eingeschaltete und durch das Auftreten der weichen Bündtnerschiefer als eine breite und tief gelegene Region charakterisierte, innere sedimentäre Zone oder Zone des Briançonnais, kommt nur undeutlich in der Anordnung des Flußnetzes zum Ausdruck, weshalb wir hier auf eine schärfere Abgrenzung der einzelnen Gruppen verzichten. Die Wasserscheide, der auch die politische Grenze zumeist folgt, liegt vorwiegend in der innern Kernzone, so daß sich nach W große, der Rhône tributäre Flüsse entwickeln, die in Längstälern zwischen den einzelnen Zonen dahinfließen, um dann in engen Quertälern die nächste Zone zu durchbrechen. Den italienischen Anteil entwässern meist kurze, einfache Abdachungsflüsse zum Po; nur die Dora baltea und Dora riparia nehmen ihren Ursprung bereits in der innern sedimentären Zone; und schließlich richten sich ganz im Süden kleine Flüßchen unmittelbar zum Meere.

Die Gruppe der ligurischen Alpen zwischen dem Passo dei Giovi (472 m) und dem Col di Tenda (1873 m) verknüpft die Alpen mit dem Apennin, so daß durch den Wechsel der Streichungsrichtung der bogenförmige Verlauf der Riviera beiderseits von Genua entsteht, jenes gesegneten Küstenstreifens, gegen den das Gebirge mit ziemlich steilen Gehängen abfällt. Indem nun weiter westlich die Alpen die Wendung nach N vollziehen, nehmen sie in den Seealpen, dem ersten Glied der äußeren Zentralzone, Hochgebirgscharakter an und erreichen in der Rocca dell' Argentera 3400 m. Zu der südlichen Pracht und Üppigkeit der Täler kontrastiert hier auffällig die Öde und Vegetationsarmut der Hochregion; die höchsten Teile ragen bereits über die Schneegrenze empor und tragen zwei kleine Gletscher, die südlichsten der Alpen. An das Zentralmassiv schließen sich im Westen die provençalischen Kalkketten an, die von den Tälern des Var und Verdon durchschnitten werden und sich mit dem provençalischen Gebirge berühren, das bereits dem Gebirgssystem der Pyrenäen angehört.

Nördlich vom Col de l'Argentière (2000 m) zwischen der Stura, einem Nebenfluß des Po, und der Ubaye, die zur Durance fließt, gewinnen die Alpen rasch an Breite. Die innere Zentralzone beginnt mit dem Massiv der cottischen Alpen, die von der Stura bis zur Dora riparia reichen und im M. Viso (3840 m) gipfeln, einer kühnen Berggestalt am Rande der Ebene, an deren Abhängen der Po seine Quellen sammelt. Die nach W folgende Zone des Briançonnais wird hier von der Durance, dem größten der französischen Alpenflüsse, in einem breiten Längstal durchflossen, die sodann bei Embrun sich nach SW wendet, die Kalkketten des Dauphiné durchbricht und schließlich bei Sisteron aus den Alpen in das provençalische Gebirge übertritt. Ihre Quellen hat sie im Massiv von Oisans, das bereits der äußern Zentralzone angehört und im M. Pelvoux 4100 m erreicht; die ganze Gruppe zählt zu den erhabensten Schaustücken der Alpen, mit tief eingeschnittenen, ernsten Hochtälern, wild zerklüfteten Hochgipfeln und zerrissenen Gletschern. Selten nur unterbrechen Hochwälder oder grüne Matten die Großartigkeit des Bildes. Noch öder und kahler, aber bei weitem nicht so imponierend sind die Kalkalpen des Dauphiné, (im Devoluygebirge 2800 m), die durch das Längstal des Drac, eines Nebenflusses der Isère, vom Massiv des Pelvoux geschieden

werden. Sie bilden ein nahezu waldloses, von Schluchten zerrissenes und der Zerstörung durch die heftigen Regengüsse in hohem Maße ausgesetztes Kalkgebirge, das namentlich in dem plateauartigen Stück zwischen Isère und Drôme, im Vercors, den Charakter einer echten Karstlandschaft annimmt (Abb. 13).

Das gewunden verlaufende Tal der Isère, im obern Teile Tarantaise genannt, und ihres Nebenflusses Arc, das Val de la Maurienne, bilden wichtige Eintrittspforten in das Gebirge von Westen her und da auch die Dora riparia ihre Quellen bis in die innere sedimentäre Zone eingedrängt hat, entwickelt sich hier ein Knotenpunkt von Pässen und Verkehrswegen. Eine Fahrstraße führt aus dem Tal der Dora über den 1860 m hohen M. Genèvre in das Tal der obern Durance; über den M. Cenis (2100 m) gelangt man von Italien kommend in das Tal des Arc und damit in die Richtung gegen Lyon. Die nach ihm benannte Bahn benützt aber diesen Paß nicht, sondern durchbohrt 22 km südwestlich von ihm den Col de Fréjus in einem 12 km langen Tunnel und stellt damit die kürzeste Verbindung zwischen Lyon und Turin her. Aus dem Tal der Romanche, eines Nebenflusses des Drac, das die Pelvouxgruppe im Norden umzieht und vom Massiv des Grandes Rousses trennt, führt schließlich eine Straße über den Col du Lautaret (2050 m) nach Briançon im obern Durancetal.

Nördlich der Dora riparia bilden die innere Zentralzone die Grajischen Alpen, die mit NNO Streichen bis zum tief nach W eingreifenden Tal der Dora baltea sich erstrecken; in ähnlicher Lage wie der M. Viso erhebt sich hier der Gran Paradiso (4060 m) hart am Rand der Ebene aus einem mächtig vergletscherten Gebirgsstock, und in gleicher Lage wie das obere Durancetal benützen westlich davon die obersten Stücke der Tarantaise und des Val de la Maurienne die Furche des Briançonnais, verbunden durch den 2700 m hohen Übergang des M. Iséran. Zwischen beiden liegen in der äußern Zone der Zentralkerne die Massive der Belles Donnes und de Vanoise (etwa 3800 m), im Westen umgürtet von den parallelen, NO streichenden Faltenzügen der savoyischen Kalkalpen, die westlich der Isère im Massiv der Grande Chartreuse die Ketten des Juragebirges nach N entsenden. Mehrere breite Lücken, wie die Tallinie von Chambéry, das Quertal des herrlichen Lac d'Annecy und das der Arve, queren diese Ketten, die schließlich im Dent du Midi

das Rhônequertal erreichen und den gewaltigen Eck- und Grenzpfeiler des Gebirges, die Gruppe des Mont-Blanc (4810 m), umsäumen.

Die Mont-Blanc-Gruppe bildet ein allseits von tiefen Tälern und mäßig hohen Übergängen sehr scharf umrandetes Massiv. Im NW begrenzt es das Längstal der Arve, das Val de Chamonix, aus dem der Col de Balme (2200 m) ins Rhônetal bei Martigny führt. Die Nord- und Ostbegrenzung bildet das Tal der Dranse und das diesem tributäre Val de Ferret, aus dem man über den Col. Ferret (2540 m) ins Val Ferret gelangt, das oberhalb Courmayeur in das oberste Stück des Tales der Dora baltea mündet. Aus diesem führt schließlich der Col de la Seigne (2510 m) nach St. Gervais und zurück ins Tal der Arve. In dieser Umrahmung steigen die grünen Talsohlen bis auf 1000 m herab und über sie erheben sich unmittelbar die dunklen, steilen Wände des plattig abgesonderten Protogins, einer Granitart, die den ganzen Gebirgsstock zusammensetzt. Da der Hauptkamm gegen SO gerückt ist, richtet sich dorthin der steile Abfall, während die Westseite mehr Raum zur Entwicklung großer Gletscher bietet. Hier vereinigen sich der Glacier du Géant oder du Tacul, de Lechaux und de Talèfre zu dem mächtigen Mer de Glace, das als zerklüftete Eiskaskade ins Tal von Chamonix herabsteigt (Abb. 14). Ein zweites großes Gletschergebiet liegt weiter nordöstlich in einer Weitung des Hauptkammes und entsendet den Glacier d'Argentière. Nahe dem Südende des Stockes erhebt sich der Hauptgipfel; seine domförmig gewölbte Firnhaube kontrastiert auffällig zu den zahllosen, ihn umgebenden Felszinnen, die von Süden aus sich alle als schmale Nadeln oder Aiguilles präsentieren, da man von hier aus nicht die Breitseite dieser senkrecht gestellten Tafeln, sondern ihre schmale, zugeschärfte Seite erblickt. Aus jäh abstürzenden, eiserfüllten Schluchten ragen diese schier unersteiglichen Zacken, wie Aiguille de Trélatête, du Géant, du Tour, du Midi u. a. unvermittelt hervor, „einen sinnverwirrenden Anblick gewährend".

Den großartigsten Anblick bietet das Mont-Blanc-Massiv von den ihm im Westen gegenüberliegenden Höhen, die dem zwischen Arve, Genfersee, Rhone, dem Trientbach und dem Tal von Chamonix gelegenen Gebirge des Chablais und Faucigny angehören. Im südlichen Teil bildet es ein wildes Kalkgebirge,

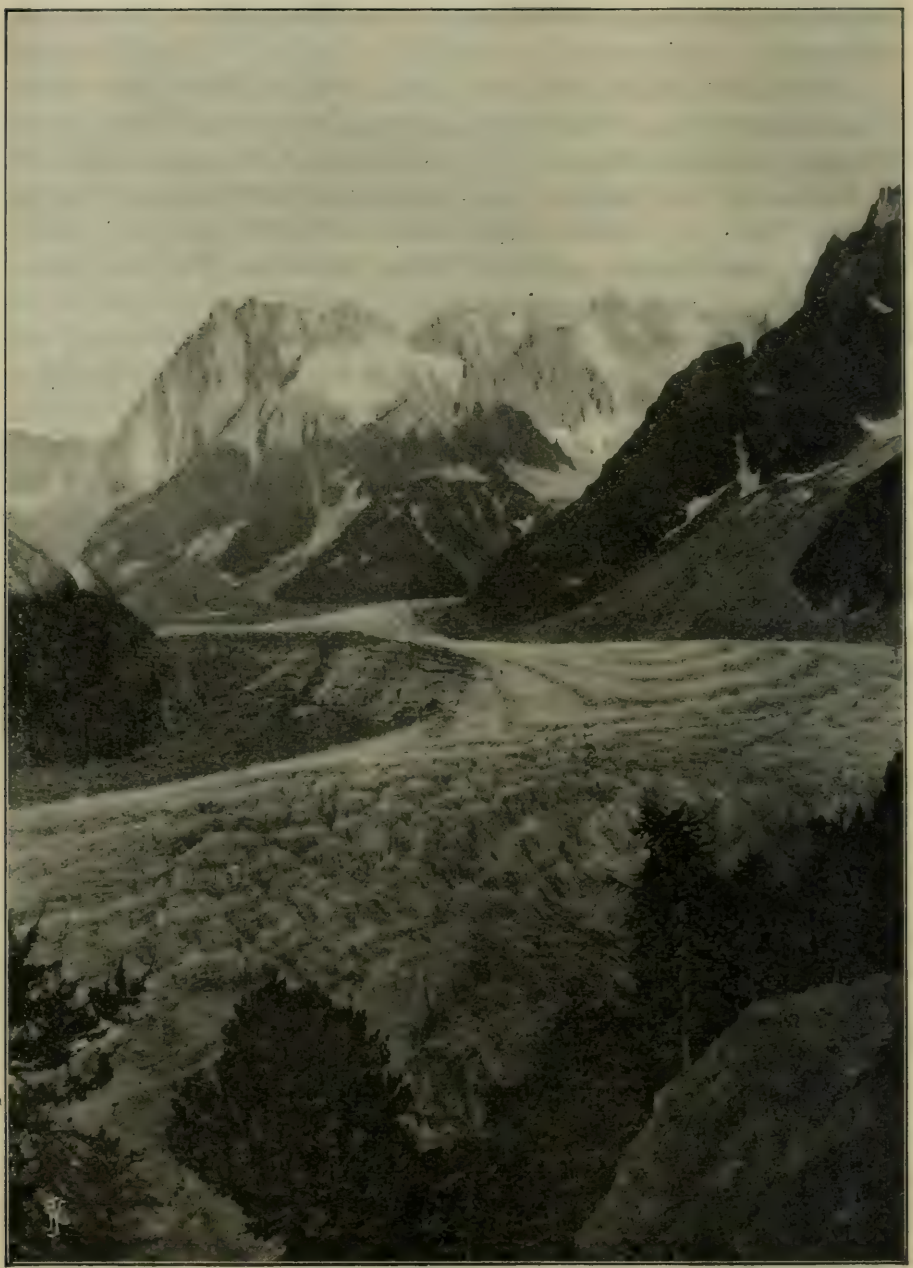


Abb. 14. Mer de Glace vom Montanvert.
Nach einer Photographie von E. Chaix.

in dem der Dent du Midi (3265 m) unmittelbar über dem Rhônetal aufragt. Mit sanfteren Formen, von üppigen Kastanien- und Weinkulturen bedeckt, senken sich die nördlichen Gehänge zum Genfersee herab, der wie kein anderer See der Alpen die Großartigkeit der Hochgebirgswelt in seinem Hintergrund mit dem Zauber einer milden, südlichen Kultur an seinem schweizer Gestade verbindet.

An der Linie Genfersee—Rhône—Großer St. Bernhard—Dora baltea enden die französischen Alpen, die in ihren Grenzen die schärfsten landschaftlichen Gegensätze vereinigen. Ihren Südfuß bespült noch das Meer der herrlichen Azurküste, die von der prächtigsten subtropischen Vegetation, in der auch die Palme nicht fehlt, von Villen und malerischen Städten geschmückt ist; ihre Hochgipfel ragen, oft unvermittelt über die Ebene aufsteigend, in die Region des ewigen Eises hinauf. Aber vielfach fehlt den französischen Alpen jener Zauber und die Harmonie der Farben und Formen, die wir gewöhnlich mit der Vorstellung eines alpinen Landschaftsbildes verknüpfen. Überall treffen wir bereits die Anklänge an den Gebirgscharakter von Südeuropa. Den unteren Gehängepartien fehlt zumeist das helle Grün der Wiesen oder das dunklere der Wälder, für die die fahlen Farben der Oliven- und Weinkulturen nur dürftigen Ersatz bieten. Vielfach liegt das Gestein auf großen Flächen nackt zutage und dann entfaltet sich die Karstlandschaft in all ihrer trostlosen Öde; Wildbäche und häufige Überschwemmungen zerstören die anbaufähigen Striche, mächtige Schutthalden umsäumen den Fuß der Kalkberge. Durch die breiten geröllerfüllten Täler ziehen die Flüsse im Sommer als schwache Wasseradern, in der herbstlichen Regenzeit als verheerende Schlamm- und Geröllströme; in den geschlossenen, an die Gehänge angeklebten Ortschaften lebt eine ärmliche, in manchen Gegenden stetig sich mindernde Bevölkerung.

Jenseits der Querlinie Rhônetal—Großer St. Bernhard—Dora baltea vollziehen die Alpen immer deutlicher die Schwenkung nach NO, wobei gleichzeitig die Höhen geringer, die Ketten lockerer gestellt werden. Es beginnt nun der zweite Abschnitt der Westalpen, die Schweizer Alpen, in denen wir zwar dieselbe Anordnung der Zonen wiedererkennen wie in den französischen Alpen, aber zahlreiche Quertäler, dem Rhein- und Pogebiet angehörend, ermöglichen überdies eine leichtere Ab-

grenzung der einzelnen Gruppen. Als wichtigste Tiefenlinie erscheint hier die breite Talfurche des Wallis und des obern Rheintales zwischen Martigny und Chur und des zwischen die Quellen dieser beiden Flüsse eingeschalteten Urserentales, aus dem die Reuß unmittelbar nach Norden herausführt. In der Fortsetzung der Zone des Briançonnais gelegen, scheidet diese große Längstalflucht abermals sehr deutlich eine innere und äußere Zone der Zentralmassive; ungefähr in ihrer Mitte, in der Gruppe des St. Gotthard, wo die Täler nach allen Richtungen radial auseinanderstrahlen und durch verhältnismäßig bequeme Pässe verbunden sind, entwickelt sich ein Verkehrsknotenpunkt ersten Ranges.

Die innere Kernzone erreicht ihre bedeutendste Entwicklung in dem Massiv des Monte Rosa oder den Penninischen Alpen, die nach Osten bis zu der wichtigen Lücke des nunmehr durchtunnelten Simplonpasses (2009 m) reicht, die das oberste Wallis durch das Tal der Diveria mit dem Tal des Toce und dem Langensee verbindet. Zahlreiche parallele Abdachungstäler bedingen auf der Nordseite eine sehr einfache fiederförmige Gliederung. Unter ihnen führt das Tal von Zermatt am tiefsten in das Innere dieser großartigen Hochgebirgswelt. Links und rechts flankieren das Tal die kühnen Gipfel des Weiß- und Rothorns und der Mischabelhörner; im Hintergrund ragt wie ein riesiger Finger die unvergleichliche Pyramide des Matterhorns (4480 m) nahezu isoliert auf; östlich von ihm sammelt der gewaltige Gornergletscher aus einem weiten Gletscherzirkus seine Zuflüsse, überragt von der Prachtgestalt des Monte Rosa (4640 m), des höchsten Gipfels der Schweizer Alpen. Kaum irgendwo in den Alpen vereinigen sich die Erhabenheit der Hochgebirgsnatur und die friedliche Schönheit grüner Täler so harmonisch zu einem Bilde wie in der Monte Rosagruppe, die an Großartigkeit dem Mont-Blanc-Massiv gleichkommt, es an malerischer Wirkung übertrifft. An sie schließt sich im Osten das Massiv der Lepontinischen oder Tessiner Alpen, im Monte Leone 3560 m erreichend, an diese das Adula-Massiv an, das im Rheinwaldhorn mit 3400 m kulminiert und bis zur Splügenfurche reicht. Tief eingeschnittene einsame Täler, wie des Toce, der Maggia, des Tessin und ihrer Seitenbäche, rasche Abnahme der Gipfel- und Kammhöhen und dementsprechend geringere Vergletscherung, ein malerischer Wechsel von schroffen Felspartien, reicher, südlicher Vegetation und freundlichen Dörfern charakteri-

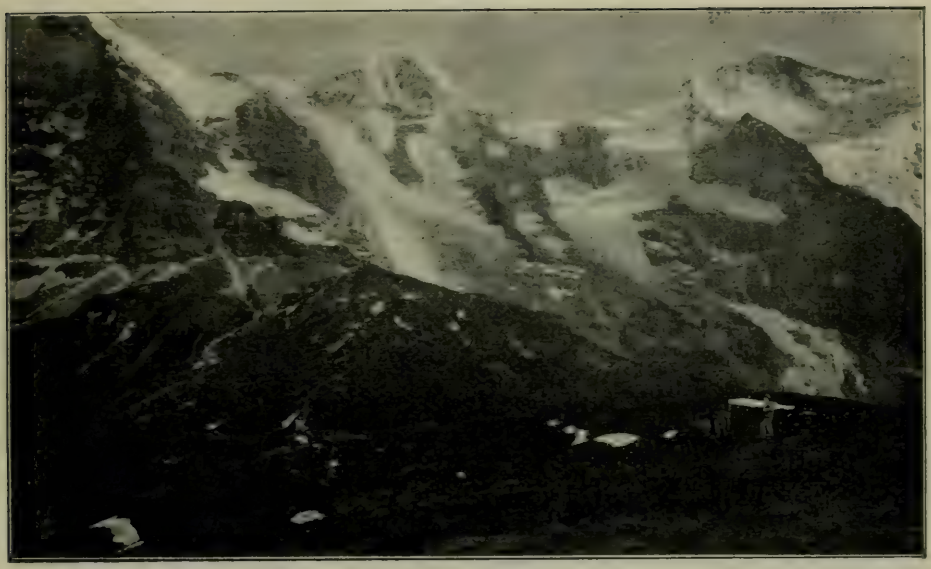


Abb. 15. Mönch und Jungfrau vom Scheidegg.

Abb. 16. Oberfläche des Steinernen Meeres.
Nach einer Photographie von F. Gulliver.

sieren diese Alpengruppen, die, von der dem Tessin folgenden Gotthardlinie abgesehen, abseits von den großen Straßen des Fremdenstromes geblieben sind und sich einen gewissen Reiz der Ursprünglichkeit bewahrt haben. Zur vollen Pracht entwickelt sich der südliche Charakter in den Luganer Alpen zwischen dem Langen- und Comersee, in deren Mitte der herrliche Luganersee eingebettet ist und deren Höhen nur selten 2000 m übersteigen.

Die äußere, in der Fortsetzung der Zone des Mont-Blanc gelegene kristallinische Zone beginnt östlich des Rhonequertales mit den Freiburger Alpen, in denen noch Kalkschichten die Gipfel der Diablerets (3250 m), des Wildhorns und des Wildstrubels (3260 m) aufbauen. Der Hauptkamm ist weit nach Süden gerückt, so daß kurze Täler den Steilabfall zum Wallis zergliedern, während nach Norden Saane, Simmer und Kander in längeren Tälern durch die Freiburger Voralpen der Aare zufließen. Östlich der Gemmi (2320 m) erhebt sich die gewaltige Masse des Berner Oberlandes, das durch die Gemmifurche im Westen, das obere Wallis im Süden, das mit diesem über den Grimselpaß (2160 m) verbundene Quertal der Aare im Osten und das Seental des Brienzer- und Thunersees im Norden eine sehr deutliche Begrenzung erfährt. Wir stehen hier vor der gewaltigsten Massenanschwellung des Alpenkörpers; nirgends drängen sich so zahlreich scharf individualisierte Gipfel zusammen und nirgends bedeckt die Vergletscherung so zusammenhängende Flächen wie hier. In wunderbarem Ebenmaß steigt die Jungfrau (4160 m) aus dem sie umhüllenden Firnmantel empor, von Norden, etwa von Interlaken, in ihrer ganzen Pracht vom Fuß bis zum Gipfel frei sichtbar, wie von Trabanten rechts und links umstanden vom Silberhorn und Schneehorn. Gemeinsam mit Eiger und Mönch bildet sie in furchtbaren Abstürzen den gewaltigen Hintergrund des Tales von Grindelwald; dann setzen Schreck-, Wetter- und Wellhorn den mauergleichen Abfall nach NO fort (Abb. 15). Mitten aus einem weiten Firnmeere ragt die schlanke, scharfkantige Felspyramide des Finsteraarhorns auf, mit 4275 m des höchsten Gipfels der Berner Alpen, der infolge seiner dominierenden Stellung eine fast unbegrenzte Aussicht gewährt. Aus dem riesigen Firnreservoir, aus dem zahllose Felsgrate und Hörner emporstarren, fließen die Eisströme in langen Zungen zwischen scheinbar senkrechten Wänden zu Tal: Nach Norden die beiden Grindelwaldgletscher, Rosenlaui-

und Eigergletscher, Ober- und Unteraargletscher nach Osten, nach Süden der Fiescher- und der 24 km lange Aletschgletscher, der längste Eisstrom der Alpen, der in bogenförmiger Krümmung nach der Massa und ins Wallis abfließt, überragt von den eisgepanzerten Wänden des Aletschhornes (4198 m), des zweithöchsten Gipfels der Gruppe.

Auf das Berner Oberland folgen gegen Osten die Urner Alpen, nach Osten bis an das Quertal der Reuß, nach Norden bis zum Vierwaldstätter- und Sarnersee reichend, von dem der Brünig-Paß zum Aaretal nach Meiringen zurückführt. Die Linie des Sustenpasses zwischen Aare- und Reußtal teilt die Gruppe in zwei vergletscherte Stöcke, den Titlis (3240 m) im Norden und den Dammastock (3630 m) im Süden. Indem nun die Reuß ihre Quellen bis in die Längstalflucht hineindrängt, ergibt sich die Möglichkeit, die gesamten Alpen in einmaligem Anstieg zu überschreiten. Darauf beruht die große Bedeutung der Straße über den St. Gotthard (2114 m), die aus dem wilden Quertal der Reuß nach Andermatt und über die Paßhöhe ins Tessintal führt, während die Bahnlinie in einem Tunnel von 15 km Länge und 1154 m Scheitelhöhe zwischen Göschenen und Airolo das Massiv des St. Gotthard durchbohrt. Zugleich aber öffnet sich aus dem Hochtal von Andermatt, dem Urserental, nach Westen der Weg über die Furka (2436 m) nach den Quellen der Rhone, nach Osten über den bequemen Oberalppaß (2048 m) nach dem Tal des Vorderrheins. So kreuzt sich hier die wichtigste Verbindungslinie zwischen Deutschland und Italien mit der großen westöstlichen Längstallinie der Schweiz.[1])

Östlich des Reußtales folgen die Glarner Alpen, die im Süden und Osten durch das bei Chur scharf nach Norden umbiegende Rheintal, im Norden durch die Linie des Klausenpasses, das Linthtal und den Walensee begrenzt werden. Der Stock des Tödi (3620 m) gehört geologisch noch dem Aaremassiv an, den übrigen Teil der Gruppe nimmt das Gebiet der großen Glarner Überschiebung ein.

---

[1]) Überdies führt aus dem obersten Rhônetal der Nufenenpaß (2440 m) und aus dem obersten Rheintal der Luckmanierpaß (1917 m) ins Tessintal; aus dem Tal des Hinterrheintal ermöglicht der Bernhardinpaß (2060 m) einen Übergang ins Tessingebiet, so daß zwischen ihm und dem Simplon ein großer Fächer von Straßenzügen nach dem Langensee zusammenläuft.

Die Kalkzone der Schweiz gelangt erst im äußersten Osten zu orographischer Selbständigkeit. Ähnlich wie die Freiburger Voralpen dem Hochalpenzug, sind zwischen Thuner- und Vierwaldstätterse mehrere Sedimentärketten mit weichen Formen dem Hochgebirge vorgelagert; sie erreichen im Kalkgipfel des Pilatus südwestlich von Luzern 2130 m, in dem Konglomeratstock des Rigi zwischen dem Zuger und Vierwaldstättersee 1800m. Nördlich des Klausenpasses bildet in den Schwyzer Alpen der Kalk noch prächtige Bergformen; über dem freundlichen Walensee erhebt sich aus dem Linthtal der Kalkklotz des Glärnisch noch zu 2920 m. Nördlich des Sees bilden in den St. Gallner und Appenzeller Alpen die Churfirsten eine wildgezackte Mauer mit Höhen über 2300 m und schließlich überragt die Gruppe des Säntis (2500 m) weithin das waldige Gelände, das sich zum Bodensee abdacht.

Am Quertal des Rheins und der Splügenlinie endet der Schweizer Anteil der Westalpen. Die innige Durchdringung von Kalk- und Urgestein und die dadurch bedingte verschiedene Ausbildung der Bergformen erzeugt hier den lebhaften Wechsel des Landschaftsbildes, der dem Schweizer Hochgebirge sein eigentümliches, bevorzugtes Gepräge verleiht. Die gewaltigen Höhenunterschiede zwischen Gipfel und Tal, die enorme Vergletscherung, die Kühnheit und Wildheit der Hochregion erzeugt Bilder von einer Großartigkeit, wie wir sie in den Ostalpen vergeblich suchen. Zugleich aber übertrifft der Schweizer Teil des Gebirges durch das reiche Grün seines Vegetationskleides und den Reichtum an herrlichen, blauen Wasserflächen, nicht zuletzt auch durch die Zeugen eines hoch entwickelten Kulturlebens weitaus die oft kahlen, Armut und Dürftigkeit verratenden französischen Alpengebiete. Was die Alpen an Schönheiten bieten können, vereinigt sich in der Schweiz zu der glücklichsten Harmonie, die auch das mitunter zu weit getriebene Entgegenkommen gegen die Forderungen des Fremdenverkehrs kaum zu stören vermag.

Die Ostalpen setzen sofort mit einer deutlichen Gliederung in drei Längszonen ein. Die nördlichste Zone, Flysch- und Kalkgebirge umfassend, reicht nach Süden bis zu einer stets deutlich verfolgbaren Linie, an der die Kalke mit steilen Wänden nach Süden abfallen. Durch Längstäler und niedrige Pässe hervorgehoben, beginnt diese Linie ungefähr am Arlberg (1800 m; die Eisenbahn durchbohrt ihn in einem 10 km langen, bis 1310 m ansteigenden Tunnel) und führt durch das Stanzertal bis Landeck

im Inntal und in diesem bis Wörgl. Sie folgt sodann mehreren kurzen Tälern und erreicht über den Grießen Paß und Filzensattel und die Orte St. Johann in Tirol, Saalfelden und Bischofshofen das breite Ennstal; eine zweite, breitere Längstalflucht zieht aus dem Zillertal über die Gerlosplatte ins Salzachtal und über die Wagreiner Höhe (950 m) ins Ennstal, so daß zwischen beiden Linien die niedrigeren, durch sanfte, rundliche Formen sich abhebenden Salzburger Schieferalpen zu liegen kommen. Von Admont im Ennstal führt die Längsfurche durch das Paltenbachtal, über den Schobersattel (840 m) ins Liesing- und Murtal; von Bruck a. d. Mur geht sie im Mürz- und Fröschnitztal aufwärts und läuft über den Semmering (980 m) in das Wiener Becken hinaus. Auch hier schiebt sich zwischen sie und den Südrand der Kalkzone, der über Admont—Eisenerz—Aflenz—Reichenau verläuft, ein selbständiges Gebirgsglied, die erzreichen Eisenerzer Alpen ein.

Die Flyschzone der Ostalpen bildet im Westen zwischen Rhein und Iller den Bregenzer Wald, den zahlreiche Täler in radialer Anordnung in ein unregelmäßiges Bergland zergliedern und der im Hohen Ifer 2230 m erreicht. Weiter nach Osten bildet sie einen meist schmalen Streifen von Vorbergen vor der nördlichen Kalkzone und gewinnt erst im äußersten Osten zwischen der Traisen und dem Gebirgsrand im Wiener Wald (890 m) eine gewisse Selbständigkeit. Hinter ihr steigen die Kalkberge stets mit scharfen Formen, aber verschiedenem landschaftlichem Charakter auf. Der westliche Abschnitt, etwa bis zum Kitzbüchler Achental, hat echten Kettentypus; parallel streichende, gezackte Ketten, durch Längstäler getrennt, reihen sich regelmäßig hintereinander. Die erste Gruppe bilden die Allgäuer Alpen zu beiden Seiten des Längstals des oberen Lech, aus dem nur schwierige Pässe nach Süden ins Inntal führen. Der südliche Kamm trägt den Parseier Spitz mit 3040 m, den höchsten Gipfel der nördlichen Kalkzone. Eine selbständige Gruppe bildet südlich des Illtals der Rhätikon, der in der Scesaplana mit 2970 m gipfelt. Östlich des 1200 m hohen Fernpasses, der das Loisachtal durch das Gurgltal mit dem Inntal verbindet, beginnen die Nordtiroler Kalkalpen, deren West-Ost streichende Ketten durch mehrere Querlinien in einzelne Gruppen sich zerlegen lassen. Zwischen Fernpaß und dem breiten Seefelder Sattel (1185 m), der aus dem Inntal in das oberste Isartal und in

die Scharnitzer Klause führt, erheben sich die prächtigen Mauern des Wettersteingebirges (in der Zugspitze, dem höchsten Gipfel des Deutschen Reiches, 2970 m) und der Mieminger Kette; zwischen dem Seefelder Sattel und der Lücke des Achensees, der nach Norden zur Isar abfließt, die vier Parallelketten des Karwendelgebirges (in der Birkkarspitze 2756 m); bis zum Quertal des Inn reicht die Gruppe des Sonnwendjochs oder Rofangruppe (im Hochiß 2300 m) und schließlich endet der Kettencharakter am Quertal der Kitzbüchler Ache in den phantastisch geformten Spitzen des Kaisergebirges (Elmauer Halt 2340 m).

In großem Gegensatz zu den lang dahinstreichenden, scharfen Graten dieser Gruppen steht die Plateauentwicklung in der Osthälfte der nördlichen Kalkzone. Riesige Schollen, allseits von tiefen Tälern scharf umrandet, ragen als plateauförmige Massen auf, auf deren gipfelarmen öden Hochflächen das Karstphänomen mit allen seinen Einzelformen zur Entwicklung gelangt. In den Salzburger Kalkalpen, die bis zum Paß Pyhrn reichen, sind diese Plateaumassen in zwei Reihen angeordnet. Die südliche beginnt mit den Loferer und Leoganger Steinbergen zwischen den Tälern der Kitzbüchler Ache und der Saalach (2500 m) und erreicht ihre breiteste Entfaltung in den Berchtesgadener Alpen, die sich um das Becken des Königssees gruppieren: im Süden ragt aus dem vergletscherten Plateau der Übergossenen Alm der Hochkönig auf (2940 m), ihm zur Seite das Steinerne Meer (2650 m) (Abb. 16), westlich des Sees der Watzmann (2700 m), östlich das Hagengebirge (2400 m). Östlich des Salzach-Quertals bilden Tennengebirge (2430 m) und Dachsteingebirge (2996 m) Bergklötze von ähnlichem Charakter. Nördlich einer nach SO ziehenden Linie Salzburg—Ischl—Aussee—Irdning setzen die Kalkberge des Salzkammerguts, Höllengebirge und Totes Gebirge (im Großen Priel 2514 m), den südlichen Plateaustreifen zusammen, in dem der Reichtum an Seen prächtige Landschaftsbilder schafft. In den österreichischen Kalkalpen östlich des Pyhrn sondert sich deutlicher ein Hochalpenzug mit Plateauentwicklung von einer niedrigeren Voralpenzone. Dem ersteren gehören die Ennstaler Berge an, die den Durchbruch der Enns, das Gesäuse, umstehen und im Hochtor 2370 m erreichen, die Gruppe des Hochschwabs (2280 m), die Rax (2009 m) und der Schneeberg (2075 m); die Voralpen, zu denen Sengsengebirge und der Ötscher gehören, erreichen nicht mehr Höhen von 2000 m.

Die Südgrenze der zweiten Zone der Ostalpen, der Zentral- oder Gneißzone, ist gleichfalls auf lange Strecken durch Längstäler bestimmt. In ihr fließt die Adda zum Comersee und die der Judikarienlinie folgenden Längstalstrecken Noce, Sarca und Chiese; im ganzen östlichen Teil aber bildet die breite Furche des Pustertales, in dem sich auf dem Toblacher Feld (1210 m) der unmerkliche Übergang vom Rienz- ins Drautal vollzieht, die Grenze zwischen der Zentral- und südlichen Kalkzone. In jener läßt sich nun durch die Splügenfurche im Westen und eine Linie, die aus dem oberen Addatal über das Stilfser Joch (2760 m) ins obere Etschtal und über das Reschen-Scheideck (1500 m) ins Inntal führt, eine erste große Gruppe, die Rhätischen Alpen, ausscheiden. Durch die schräg zum Gebirgsstreichen verlaufende Tiefenlinie Meratal (Bergell)—Maloja (1820 m)—Engadin, die eine wichtige Verkehrslinie bilden könnte, wenn nicht das Engadin vom Oberinntal durch die kaum zugängliche Enge von Finstermünz abgesperrt wäre, zerfallen sie in zwei ungefähr gleich große Teile. In beiden tritt durch Pässe und Täler eine eigentümliche Zerstückelung in inselförmige, stark vergletscherte Gebirgsknoten ein. In der nördlichen Hälfte führen zwischen den Gruppen der Oberhalbsteiner und Silvretta-Alpen, die im Piz Linard mit 3420 m gipfeln, die Straßenzüge des Albula-, Julier- und Flüelapasses aus dem Engadin ins Rheingebiet; nach Süden bietet der Berninapaß (2330 m) einen bequemen Übergang zur oberen Adda, der Ofenpaß nach Osten zur Etsch. Dadurch zerfällt auch die südöstliche Gebirgshälfte in drei Gruppen, die Berninagruppe (im Piz Bernina 4050 m), die Münstertalalpen, wo eine große Scholle von mesozoischen Kalken plötzlich die Formen des Kalkgebirges wieder in die Erscheinung bringt, und die Spölalpen. Ungefähr im Herzen dieses ganzen Gebirgsabschnittes liegt das berühmte Ober-Engadin, ein etwa 1800 m hohes, breites und grünes Hochtal, dessen Wiesenboden die reizenden Silserseen zieren und über das sich die unteren Gehänge mit herrlichen Arven- und Lärchenwäldern überkleidet, die höheren als üppige Hochwiesen erheben, während von den bis über 4000 m hohen Gipfeln prächtige Eisströme, wie Morteratsch- und Roseggletscher, herabfließen. Die eigentümlich tiefen und satten Farben der Landschaft lassen bereits den nahen Süden ahnen, der sich nach dem Übergang über den Malojapaß ins Bergell mit überraschender Schnelligkeit einstellt.

Abb. 17. Ortler von der Tabaretta-Wand.
Nach einer Photographie von F. Gratl.

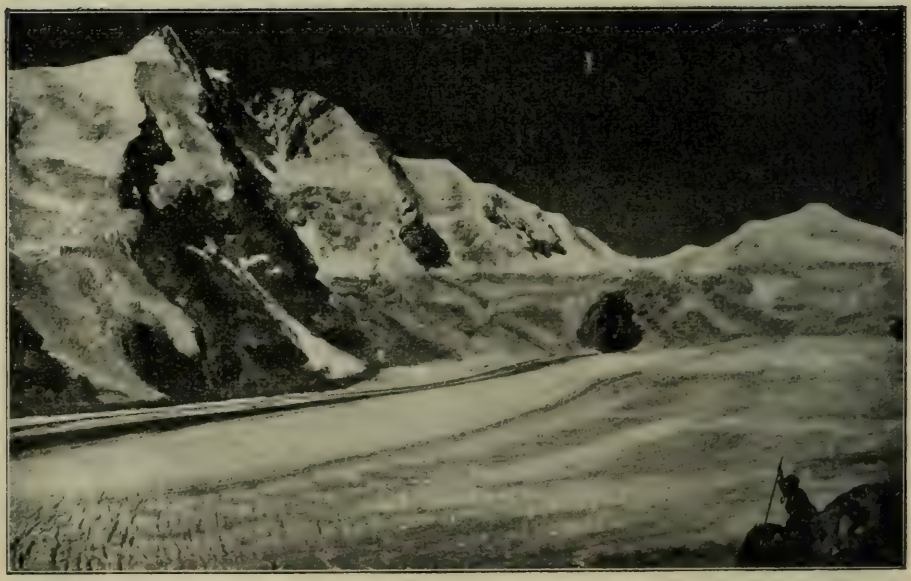


Abb. 18. Großglockner von der Franz-Josefs-Höhe.
Nach einer Photographie von A. Beer.

Östlich der Stilfserjochlinie baut sich über einem Sockel von Schiefern die gewaltige Kalkmasse des Ortlers auf, dessen 3900 m hoher Gipfel, von der herrlichen Pyramide der Königspitze flankiert und aus den vergletscherten Talschlüssen von Sulden und Trafoi aufsteigend, Landschaftsbilder von einer Großartigkeit bietet, die den schönsten Szenerien der Schweizer Alpen kaum nachstehen (Abb. 17). Die ganze Gruppe der Ortler Alpen endet im Osten an der Judikarienlinie und reicht nach Süden bis zum Tonalepaß (1880 m), der aus dem Val di Sole ins oberste Ogliotal führt, von wo der Apricapaß (1180 m) ins Addatal leitet; im Norden trennt sie das breite Etschtal oder Vintschgau von der Gruppe der Ötztaler Alpen, der geschlossensten und gletscherreichsten Massenerhebung der Ostalpen. Durch das Vintschgau, die Talwasserscheide des Reschenscheidecks zwischen der Etschquelle und der Innschlucht und das Inntal bis Innsbruck sind sie gegen Süden und Westen ebenso deutlich umrandet wie im Osten durch die bis 1360 m hohe Brennerlinie, die das Inntal durch das Wipptal mit dem Eisacktal verbindet und dadurch einen seit den Zeiten des Altertums bedeutungsvollen Verkehrsweg aus Süddeutschland nach der venetianischen Ebene schafft. Innerhalb der Ötztaler Alpen gliedert das lange Ötztal die Stubaier Alpen im Osten von der übrigen Hauptmasse ab; in jenen erreicht das Zuckerhütl über 3500 m, in dieser die Weißkugel 3750 m, die Wildspitze 3775 m, aus riesigen Gletschergebieten aufragend. Zahlreiche radial ausstrahlende Täler verleihen der ganzen Gruppe eine deutliche stockförmige Gliederung, aber kein fahrbarer Paß überschreitet ihren Hauptkamm. Im südlichen Teil führt das Timbljoch aus dem Ötztal ins Passeiertal, aus diesem der Jaufenpaß ins obere Eisackgebiet, so daß hier zwischen Vintschgau und Eisacktal, die sich bei Bozen vereinigen, noch eine Gruppe abgetrennt wird, die Sarntaler Alpen, die durch ihre geringen Höhen und das Herübergreifen des Bozener Porphyrs über den Eisack dem übrigen Gebirge fremd gegenüberstehen. Östlich vom Brenner, dem landschaftlichen Mittelpunkt Tirols, erheben sich in der Zentralzone die Zillertaler Alpen in zwei parallel nach NO streichenden gletscherreichen Kämmen, dem Tuxer und dem Zillertaler Hauptkamm; beide erreichen im Olperer und Hochfeiler nahezu gleiche Höhen, nämlich etwa 3500 m. Die von ihnen auslaufenden vier „Gründe" vereinigen sich bei Mairhofen zu dem breiten, einförmigen Zillertal, das

bereits vorwiegend der Schieferzone angehört. Die Zillertaler Alpen sind geologisch schon dem großen Tauernbogen zuzurechnen, der durchaus geschlossen nach Osten bis zum Schoberpaß reicht. Von einem schwach nach Norden konvexen Hauptkamm gehen zahlreiche parallele Nebenkämme nach Norden aus, zwischen denen die Seitentäler sich zur großen nördlichen Längstalflucht richten und hier eine ausgezeichnete fiederförmige Gliederung bedingen. Etwas unregelmäßiger wird diese auf der Südseite, indem hier die Längstäler der Isel und Möll isolierte Gebirgsgruppen, wie die Granitmasse der Rieserferner (3440 m), die Defregger Alpen, die Schober- und Kreuzeckgruppe, abgliedern. Den westlichen Teil des großen Bogens zwischen den Linien Krimmler Ache—Birnlücke—Ahrental im Westen und Taurachtal—Radstädter Tauern (1740 m)—oberstes Murtal—Katschbergpaß (1640 m), dem ersten fahrbaren Paß östlich des Brenners, Liesertal im Osten bilden die Hohen Tauern, die durch zahlreiche, nur von Saumwegen benutzte Einsattelungen, „Tauern", in die Venediger- (3660 m), Glockner- (3790 m), Goldberg- (3250 m) und Hochalmgruppe (3360 m) zerfallen. Den Höhepunkt an landschaftlicher Schönheit erreicht hier die großartige Umrahmung der Pasterze, des größten und schönsten Gletschers der Ostalpen, den die schlanke, von einem zerrissenen Firnmantel überkleidete Pyramide des Großglockners überragt und aus der die Möll in das Hochtal von Heiligenblut abfließt (Abb. 18).

Östlich der Hohen Tauern bereitet sich das fächerförmige Auseinanderstrahlen und die Auflockerung des Gebirges gegen Osten vor. Den nördlichen Zug zwischen Enns- und Murtal bilden die Niederen Tauern, in denen der Hochgolling nur 2860 m erreicht und die nirgends mehr Gletscher tragen; doch schafft der Reichtum an Karen noch scharfe Hochgebirgsformen. Noch sanfter und einfacher in ihren Formen sind die Gebirgszüge südlich der Mur, die man unter dem Namen der norischen Alpen zusammenfassen kann. Ihr westlicher Teil, die Gurktaler Alpen, bis zum Sattel von Neumarkt (880 m) zwischen Mur und Gurk reichend, trägt in der Gipfelregion gelegentlich noch Hochgebirgsformen und gipfelt im Eisenhut mit 2440 m. Indem gegen Osten die Höhen abnehmen, gewinnen rundliche Mittelgebirgsformen immer mehr die Oberhand; die N—S streichenden Lavanttaler Alpen zu beiden Seiten des Lavanttales, aus

dem der Obdacher Sattel (950 m) nach Norden zur Mur führt, erreichen in ihrem westlichen Abschnitt im Zirbitzkogel noch 2400 m, in der Saualpe 2080 m, im östlichen in der Koralpe 2140 m. Von ihnen zweigt gegen NO ein langer Zug ab, der durch das Tal der Mur in die Gleinalpe im Westen und die Fischbacher Alpen im Osten, im Wechsel und Stuhleck über 1700 m hoch (Abb. 19), zerlegt wird und mit mehreren Unterbrechungen sich ins Rosalien- und Leithagebirge und damit bis an die Donau fortsetzt. Nach SO verbindet sich mit den Lavanttaler Alpen der Poßruck und südlich der Drau die Granitmasse des Bachergebirges (1540 m). Dadurch entsteht die weite Umrahmung der nach Süden geöffneten Grazer Bucht, in der, geknüpft an das isolierte Auftreten einzelner Gesteinsinseln, die reizende Hauptstadt der grünen Steiermark liegt. Innerhalb des Gebirges aber, im Norden von den Gurktaler und Lavanttaler Alpen umschlossen, im Süden bereits durch die südlichen Kalkberge umrahmt, breitet sich das Klagenfurter Becken aus, ein Gewirr von bewaldeten Hügeln, Tälern und anmutigen Seen, zugleich auch das Attraktionszentrum für eine Reihe wichtiger Verkehrswege: die ins Murlängstal einlaufenden Wege über die Niederen Tauern, unter denen der Rottenmanner Tauern (1260 m) fahrbar ist, die Linien über den Schoberpaß und über den Prebichl zwischen Enns- und Murtal, sowie die von Wien über den Semmering ins Murtal führende Linie werden von der Straße über den Neumarkter Sattel zusammengefaßt und ins Klagenfurter Becken geleitet, wo sich dieser Verkehrsweg mit der Pustertallinie kreuzt, um schließlich durch die südlichen Kalkalpen die Poebene zu erreichen.

Die nördliche Kalkzone und die Zentralzone der Ostalpen bewahren infolge des Vorherrschens eines bestimmten Gesteinstypus jeweils gewisse einheitliche Züge der Landschaft, die nur durch die Verschiedenheiten der Struktur und Gliederung, sowie durch die konstante Abnahme aller Höhenverhältnisse nach Osten Modifikationen erfahren. Viel mannigfaltigere Formen bietet die südliche Kalkzone, in der die innige Durchdringung der verschiedensten Gesteinsarten einen fortwährenden Wechsel des landschaftlichen Bildes hervorbringt. Unmittelbar berühren sich Kalk und Urgestein noch in den Bergamasker Alpen, mit denen die südliche Zone östlich des Comersees beginnt und die den Raum zwischen diesem, dem Längstal der Adda (Veltlin) und dem

Ogliotal erfüllen, sie erreichen im M. Redorta über 3000 m. Östlich von ihnen erheben sich die mächtigen, vergletscherten Granitstöcke des Adamello (3550 m) und der Presanella (3560 m) getrennt durch das wilde Tal der obersten Sarca, das Val di Genova. Sie bilden den Eckpfeiler am Rand des Etschbuchtgebirges, das aus nahezu N—S streichenden Ketten zwischen der Judikarienlinie und dem Etschtal sich aufbaut und im südlichen Teil durch das Tal der Sarca und des Gardasees in zwei Züge zerfällt. Den östlichen bildet der langgestreckte einförmige Rücken des M. Baldo (2200 m); etwa im Kern der ganzen Gruppe erhebt sich die Brenta Gruppe (3180 m) mit wild gezackten Dolomitformen, die gespenstisch aus dunklem Lärchenwald aufleuchten. Im nördlichen Teil führt die Mendelstraße (1350 m) aus dem Etschtal bei Bozen ins Tal der Noce (Val di Sole).

Östlich der Etsch öffnet sich das Zauberland der „Südtiroler Dolomiten", im Osten bis an die Linie des Kreuzbergpasses (1630 m) zwischen Sextental und dem Tal der Piave, im Süden bis zur breiten Furche des Val Sugana reichend. Durch schluchtartig in die Masse der Bozener Porphyrplatte eingeschnittene Täler, wie Val di Cembra, Eggental und Tierser tal, steigt man in das Herz des Hochlandes auf, wo sich über einem sanft geböschten Sockel weicher Schiefer und Mergel die mächtigen Kalk- und Dolomitstöcke mit jähen, hellen Wänden erheben, in der Gipfelregion in die abenteuerlichsten Zinnen und Türme aufgelöst. Einen westlichen Zug dieser Riffberge bilden Latemar, Rosengarten, Langkofel-, Sella- und Geislergruppe, einen mittleren die Palagruppe (Abb. 20) und die vergletscherte Marmolata (3340 m), während in den östlichen oder Ampezzaner „Dolomiten" geschichtete Kalkberge wie M. Cristallo (3200 m), Antelao, Sorapis u. a. in ähnlicher Weise als isolierte Stöcke aus der sanfteren grünen Umgebung aufragen. Den Abschluß gegen Süden bildet der Granitstock der Cima d' Asta (2850 m). Wohl nirgends in den Alpen treffen sich auf engem Raume so wechselvolle Bilder als in diesem Hochland, dessen märchenhafte Pracht neben aller Großartigkeit zentralalpiner Landschaften den Reiz des Eigenartigen bewahrt.

Die Voralpen der Lessinischen, Vicentinischen und Venetianer Berge umsäumen das Kalkhochland im Süden und Südosten; breite Täler führen durch sie nach Süden, wie das Tal der

Abb. 19. Stuhleck bei Mürzzuschlag (Steiermark) im Winter.
Nach einer Photographie von Dr. A. E. Forster.

Abb. 20. Cimone della Pala (Nordseite).
Nach einer Photographie von B. Johannes.

Brenta oder Val Sugana, aus dem eine nur 450 m hohe Talwasserscheide ins Etschtal bei Trient führt, und das der Piave, das sich kurz vor dem Austritt in die Ebene zu dem fruchtbaren Becken von Belluno erweitert.

Östlich der Piave kehrt die Erscheinung langgestreckter, in ihrem Verlauf durch Längsbrüche bedingter Ketten in den Gebirgen des Drauzuges wieder. Zwischen der Pustertalfurche und dem geradlinigen Gailtal erheben sich mit steilem Abfall nach Norden und von mehreren niedrigen Übergängen unterbrochen die Gailtaler Alpen bis nahe an 2800 m, im östlichen Abschnitt im Dobratsch nur mehr zu 2160 m. Südlich des Gailtals läuft die Karnische Hauptkette als gezackte Kalkmauer zusammenhängend dahin, im Kolinkofel über 2800 m hoch. Ihr Ostende erreicht sie am Durchbruch der Gailitz, in dem sich bei Tarvis ein Knotenpunkt der Verkehrswege entwickelt. Nach Westen führt die Eisenbahnlinie durch die Längsfurche des Kanaltales, in dem in 800 m der Übergang zwischen Gailitztal und dem Tale der oberen Fella liegt, und an dieser abwärts in die venetianische Ebene; nach Osten gelangt eine Bahnlinie über die Ratschacher Höhe unschwer ins Quellgebiet der obern Save; nach Süden führt die alte Straße über den Predil (1160 m) durch das Isonzotal direkt an die Adria.

Den Kamm der Karnischen Hauptkette setzen östlich des Gailitzdurchbruchs die Karawanken zwischen dem Klagenfurter Becken und dem Längstal der Save fort. Bis zum Loiblpaß (1370 m), der das Klagenfurter mit dem Laibacher Becken verbindet, bilden sie eine einzige, steil nach Nord und Süd abfallende Mauer, die im Stou 2240 m erreicht; nach Osten verbreitern sich die Ketten immer mehr, werden vom Sattel von Seeberg (1220 m) überschritten und nehmen nochmals wilde Kalkhochgebirgsformen an in der Gruppe der Steiner Alpen (Grintouc 2560 m). Dann verliert das Gebirge rasch an Höhe im Bergland von Untersteiermark und Unterkrain und versinkt schließlich unter dem tertiären, von Trachytkuppen unterbrochenen Hügelland, aus dem erst in Kroatien wieder einzelne Gebirgsinseln zu größeren Höhen aufragen.

Der Karnischen Hauptkette sind im Süden die Friauler Kalkalpen vorgelagert, die das breite Tal des Tagliamento durchzieht und die nahe von dessen Quellen im M. Cridola 2580 m, in dem Gebirgsstück zwischen den Quertälern der Fella und des Isonzo noch größere Höhen (2700 m) erreichen und rasch zur Ebene

absinken. Östlich der Predillinie erhebt sich das Kalkgebirge in der letzten Alpengruppe, den Julischen Alpen, nochmals zu imposanten Höhen. Kalkplateaus, die mit überraschend steilen Wänden abstürzen, sind zerrissene Kämme aufgesetzt, die im Triglav mit 2860 m gipfeln. Sie vermitteln den Übergang zum Karst und damit zum dinarischen Gebirgssystem, dem wichtige Züge mit den südlichen Kalkalpen gemeinsam sind, so daß jede Grenzlinie nur konventionelle Bedeutung haben kann. —

V. Das Klima der Alpen.

Die Wirksamkeit der exogenen Kräfte, die die Ausgestaltung des Reliefs eines Teiles der Erdoberfläche besorgen, vollzieht sich in sehr verschiedener Weise je nach den klimatischen Verhältnissen des betreffenden Landes, die im allgemeinen bestimmt werden durch seine geographische Breite, seine Lage zum Meere und seine absolute Höhenlage. Für unser Alpengebiet dürfen wir schon infolge seiner bedeutenden Ausdehnung nach allen drei Dimensionen keine durchaus gleichmäßigen klimatischen Verhältnisse erwarten. Gelegen einerseits zwischen dem gemäßigten Mitteleuropa und den subtropischen Gebieten der Mittelmeerländer, zwischen dem französischen Westeuropa und dem an osteuropäische Verhältnisse gemahnenden pannonischen Tiefland anderseits, vereinigt es in seinen Grenzen die klimatischen Eigentümlichkeiten dieser vier Gebiete, und schließlich modifiziert es wie jedes Gebirge durch seine Erhebung über den Meeresspiegel das Klima in bestimmter Weise, so daß es als klimatische Einheit seiner tiefer gelegenen Umgebung gegenübersteht. Demgemäß kehren in einem großen Teil der Alpen die klimatischen Verhältnisse Mitteleuropas mit mäßig großen Temperaturunterschieden zwischen den extremen Jahreszeiten, herrschenden Westwinden und ziemlich gleichmäßig verteilten Niederschlägen über die einzelnen Jahreszeiten wieder; den Südrand der Alpen charakterisiert das mildere Klima der Mittelmeergebiete mit einer schärfer hervortretenden Regenperiode im Herbst und Frühling, das buchtenförmig stellenweise auch tief ins Innere des Gebirges eindringt. In den östlichen Teilen macht sich mit zunehmender Entfernung vom Meere eine Verschärfung der Temperaturunterschiede und abnehmende Menge der Niederschläge bemerkbar. Dem ganzen Gebirge sind aber eine Reihe von Erscheinungen gemeinsam, die

wir überall antreffen, wenn wir von der Niederung allmählich immer höher ansteigen und die insgesamt das Höhenklima kennzeichnen.

Unsere Kenntnis des Klimas der alpinen Hochregion verdanken wir vor allem den in den letzten Jahrzehnten errichteten meteorologischen Gipfelstationen. Nachdem schon früher zahlreiche Paßstationen in der Schweiz, wie St. Bernhard, St. Gotthard u. a. und solche auf mäßig hohen Gipfeln, wie Rigi, Schmittenhöhe, Obir (Krain), wichtige Beobachtungen geliefert hatten, schritt man, um die Verhältnisse der höheren Schichten der Atmosphäre kennen zu lernen, an die Errichtung ständiger Wetterwarten auf Gipfeln in der Schneeregion. Den Anfang machte die Station auf dem 2500 m hohen Säntis (1882), darauf folgte 1886 die Errichtung der Station auf dem Sonnblick (3100 m), die noch immer die höchste ständig bewohnte Siedelung in Europa ist; schließlich 1899 die auf der Zugspitze (2960 m). Die Beobachtungen dieser Hochstationen haben nicht nur für das Klima der Hochregionen neue Aufschlüsse gebracht, sondern auch wichtige Probleme der exakten Meteorologie gefördert.[1])

Wir versuchen im folgenden eine kurze Charakterisierung des Alpenklimas durch Würdigung der wichtigsten durch die Höhe bedingten Modifikationen des Klimas, ohne auf eine nähere Besprechung der einzelnen Klimagebiete einzugehen.

I. Die Abnahme des Luftdrucks mit der Höhe.

Im Meeresniveau lastet auf der Erde der Druck der ganzen darüber lagernden Luftmasse oder der Druck „einer Atmosphäre" (= 1,033 kg pro 1 cm^2), dem in unsern Gegenden ein Barometerstand von rund 762 mm entspricht. Indem mit zunehmender Höhe die Mächtigkeit der überlagernden Luftschichten abnimmt, nimmt der Luftdruck ab, das Barometer sinkt, u. zw. umso langsamer, je höher wir steigen. Die barometrische Höhenstufe, d. h. jene Höhe, um die man steigen muß, damit das Barometer um 1 mm fällt, beträgt in sehr geringen Höhen über dem Meeresspiegel nur etwa 10 m und steigt auf den größten Alpenhöhen bereits auf etwa 19 m. Diese Änderung geschieht so gesetzmäßig, daß man bekanntlich das Barometer zu Höhenmessungen verwenden kann. Folgende Tabelle gibt für einige Höhenstufen den

[1]) Regelmäßige Berichte über Gipfelstationen und die Resultate ihrer Beobachtungen bringen die Jahresberichte des Sonnblickvereins (Wien, seit 1892). Viele Stationen bringen nur Sommerbeobachtungen, so auch die beiden höchsten der Alpen, Vallots Observatorium auf den Bosses du Dromadaires am M. Blanc (4360 m) und das 1907 eröffnete Observatorio Regina Margherita am M. Rosa (4560 m).

entsprechenden Luftdruck bei der Temperatur von 0° C im Meeresniveau an:[1])

Seehöhe m	Mittl. Luftdruck in mm	Höhenänderung pro 1 mm Druckabnahme
0	762	10,5
500	716	11,1
1000	671	11,8
1500	630	12,5
2000	590	13,4
2500	553	14,2
3000	517	15,1
3500	484	16,1
4000	452	17,2
5000	394	19,6

Die Alpen reichen nun zwar nicht bis in solche Höhen hinauf, wo die Verdünnung der Luft und die Abnahme ihres Sauerstoffgehaltes den menschlichen Ansiedlungen Schranken setzen; hat doch die höchste ständig bewohnte Siedlung in den Alpen, die Wetterwarte auf dem Sonnblickgipfel in 3100 m Höhe, einen mittleren Luftdruck von 520 mm, während auf den höchsten ständigen Wohnsitzen der Erde überhaupt, auf den Plateaus von Bolivia und Tibet in Höhen von etwa 4600 m der Luftdruck bereits fast auf die Hälfte des im Meeresniveau herrschenden gesunken ist. Immerhin machen sich auch auf den Höhen unserer Alpen die physiologischen Wirkungen der Luftverdünnung in gewissen Erscheinungen bemerkbar, die man als Bergkrankheit zusammenfaßt.

Die Höhe, in welcher die Bergkrankheit auftritt, hängt von sehr verschiedenen Faktoren, wie individueller Veranlagung, Gewöhnung, körperlichen Anstrengungen u. a. ab. In Höhen über 4000 m dürften wohl alle Personen ihre Symptome, nämlich Atemnot, Angstgefühl, Energielosigkeit und Apathie, Herzklopfen, Kopfschmerzen, Übelkeiten, erhöhte und unregelmäßige Respiration, aufweisen; jedenfalls aber hat der Organismus die Fähigkeit, sich bis zu einer gewissen Grenze den veränderten Lebensbedingungen anzupassen. Die Ursache der Erscheinungen der Bergkrankheit ist wohl zweifellos die Verminderung der Sauerstoffzufuhr (Aphyxie), wodurch eine Verminderung des Hämoglobingehaltes (= an roten Blutkörperchen) des Blutes eintritt.[2])

[1]) Nach Hann, Handbuch der Klimatologie, 2. Aufl. S. 221.

[2]) Vgl. darüber Mosso, der Mensch in den Hochalpen, Leipzig 1899 und: Zuntz, Müller und Caspari, Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen. Berlin 1906.

2. Zunahme der Intensität der Sonnenstrahlung.

Bei ihrem Durchgang durch die Atmosphäre wird ein Teil der Energie der Sonnenstrahlung von dieser absorbiert, ihre Intensität geschwächt. Dieser Verlust ist natürgemäß in den höheren Regionen schwächer, es nimmt daher die Intensität der Sonnenstrahlung mit der Höhe zu, u. zwar um so mehr, als in größeren Höhen der Gehalt der Luft an Wasserdampf, der besonders stark absorbierend wirkt, bedeutend geringer ist als in der Niederung. Violle fand 1875 die Intensität der Sonnenstrahlung bei Zenitstand der Sonne auf dem Mont-Blanc-Gipfel um 15 % größer als am Bossongletscher in 1200 m Höhe und um 26 % größer als in Paris, und daß der Mont-Blanc-Gipfel noch 94 %, die Grands Mulets (3050 m) 89 %, der Bossongletscher nur 79 %, Grenoble (215 m) gar nur 71 % der an der Grenze der Atmosphäre auffallenden Strahlungsenergie erhält. Von diesem Verluste durch Absorption wird besonders der ultraviolette Teil des Spektrums betroffen. Es ist daher die Sonnenenergie in großen Höhen besonders reich an ultravioletten oder chemischen Strahlen, was sich u. a. in starker Bräunung der Haut, die allerdings durch den Reflex der Strahlung von einer Schneedecke noch bedeutend verstärkt wird, und in der größeren Lichtempfindlichkeit des photographischen Papiers äußert.

Die große Intensität der Sonnenstrahlung auf den Höhen kommt besonders in den auffallend hohen „Temperaturen in der Sonne" zum Ausdruck, die auch bei sehr tiefen Lufttemperaturen den längern Aufenthalt im Freien ermöglichen und hochgelegene windgeschützte Orte wie Davos oder St. Moritz zu Winterkurorten machen. Eine weitere Folge dieser Erscheinung ist ein mit der Höhe zunehmender Überschuß der Bodenwärme gegenüber der Luftwärme. So betrug nach Martins die mittlere Temperatur der Luft an drei heiteren Septembertagen zu Bagnères (550 m) 22,3° C, des Bodens 36,1° C, auf dem Pic du Midi (2877 m) hingegen 10,1° C, bzw. 33,8° C; die Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur im Tal somit nur 13,8° C, auf dem Gipfel hingegen 23,7° C. Dementsprechend ist aber auch der Wärmeverlust des Bodens durch die nächtliche Ausstrahlung auf Bergen viel größer; es sind somit die Schwankungen

der Bodenwärme von Tag zu Nacht auf Bergen bedeutend größer als in der Niederung.

Von großem Einfluß auf die Erwärmung ist im Gebirge die Exposition oder die Auslage gegen die Besonnung. Auf der nördlichen Hemisphäre erhalten die Südgehänge infolge des steileren Auffallens der Strahlen eine stärkere Insolation und überdies eine kürzere Beschattung als die Nordgehänge. Namentlich kommt dies an den (im übrigen gleich steilen) Gehängen von West-Ost streichenden Tälern zum Ausdruck. Die Nordseite, d. h. die nach S exponierte Seite solcher Täler ist die begünstigste; hier liegen alle Kulturgrenzen bedeutend höher, sie bekleiden sich im Frühling bereits mit frischem Grün, während die nach N exponierten Gehänge noch von tiefem Schnee bedeckt sind. So schaffen im Gebirge Sonnenseite und Schattenseite auf geringe Entfernungen große klimatische Gegensätze.[1])

3. Abnahme der Temperatur mit der Höhe.

Wohl die bekannteste meteorologische Erscheinung des Gebirges ist die Wärmeabnahme mit der Höhe. Die Atmosphäre selbst erwärmt sich durch den Durchgang der Sonnenstrahlen wenig, ein großer Teil der Wärmestrahlen kommt der Erwärmung des Erdbodens zugute, und dieser wird daher die eigentliche Wärmequelle für die Atmosphäre; mit der Zunahme der Entfernung vom Erdboden, also mit zunehmender Höhe muß daher die Temperatur abnehmen. Das Ausmaß dieser Abnahme ist von sehr verschiedenen Faktoren abhängig, namentlich auch von der Beschaffenheit des Reliefs, ist z. B. über ausgedehnten Hochflächen geringer als beim Aufstieg in freie Höhen, in der Nacht geringer als bei Tag, und auch in den einzelnen Jahreszeiten sehr verschieden. Am langsamsten geschieht sie im Dezember zur Zeit der intensivsten Wärmeausstrahlung in den langen Nächten, am raschesten im Frühsommer, weil dann in der Höhe noch ein großer Teil der Wärme zur Schneeschmelze verwendet wird, während der schneefreie Boden der Niederung sich bereits stark erwärmen kann. Es geschieht ferner die Wärmeabnahme auf der Südseite viel rascher als auf der Nordseite, bei heiterem

[1]) Über den Einfluß des Bergschattens vgl. Penck, Verhandl. XII. deutschen Geographentags in Jena, Berlin 1897.

Wetter, namentlich im Winter, langsamer als bei trübem. Folgende Zahlen mögen diese Verhältnisse illustrieren (nach Hann):

Wärmeabnahme pro 100 m Erhebung.

Ort	Winter Grad	Frühling Grad	Sommer Grad	Herbst Grad	Jahr Grad
Schweiz	0,45	0,67	0,73	0,52	0,58
Ostalpen Nordseite	0,34	0,60	0,62	0,57	0,51
„ Südseite .	0,50	0,66	0,67	0,57	0,60

Für die ganzen Alpen und im Durchschnitt des Jahres kann man 0,58° C als Temperaturabnahme für je 100 m Steigung annehmen, d. h. man muß um 170 m steigen, damit die Temperatur um 1° C sinkt.

Eine völlige Umkehrung erfährt dieses Verhältnis in heiteren Nächten und im Winter bei klarem, windstillem Wetter; man beobachtet dann, daß die Täler kälter sind als die Abhänge und Gipfel der umgebenden Berge bis zu einer gewissen Höhe. Die Ursache dieser Anomalie liegt darin, daß bei heiterem Wetter der Boden in der Nacht und im Winter sehr viel Wärme durch Ausstrahlung verliert, und da kalte Luft schwerer ist als warme, so lagern sich die Luftmassen nach ihrem spezifischen Gewicht, also die kältesten zu unterst, so lange nicht eine stärkere Luftbewegung diese Schichtung zerstört. Überdies fließen die durch die Wärmestrahlung des Bodens erkalteten Luftschichten an den Gehängen abwärts und sammeln sich hier zu sog. „Kälteseen" an, in denen sich der atmosphärische Wasserdampf zu Nebel kondensiert, während die Luft am Abhang durch Zufluß wärmerer Luft beständig erneuert wird.

Die geringen Wintertemperaturen der Gehänge gegenüber den Talsohlen treten namentlich während längerer Kälteperioden hervor, wenn sich bei hohem Barometerstand und ruhigem, klarem Wetter die Ausstrahlung frei entwickeln kann und langsam abfließende kalte Luftströmungen entstehen. Die große Kälte der Talsohlen kommt sogar in den mittleren Wintertemperaturen zum Ausdruck. So hat:

Ort	Höhe m	Januar Grad	mittl. Winterminima Grad
Bevers (Engadin)	1715	— 10,4	— 26,9
Julierpaß . . .	2244	— 8,8	— 23,9
Rigikulm . . .	1784	— 5,1	— 18,9

Die tiefsten Taltemperaturen findet man in allseits geschlossenen Beckenlandschaften, wo die Ansammlung der kalten Luft ungestört vor sich gehen kann, und dort wird auch die Wärmezunahme mit der Höhe oder die sog. „Temperaturumkehrung" am auffallendsten. Die bekanntesten Beispiele hierfür sind in den Ostalpen das Klagenfurter Becken und der Lungau, das oberste Murtal. Von Klagenfurt am westlichen Gehänge der Saualpe aufwärts steigend, treffen wir folgende Wintertemperaturen (nach Hann):

Ort	Höhe m	Januar Grad	Winter Grad
Klagenfurt	440	— 6,2	— 4,6
Eberstein	570	— 4,2	— 3,3
Hüttenberg	780	— 3,1	— 2,3
Lölling Tal . . .	840	— 2,5	— 1,6
Lölling Berghaus .	1100	— 1,9	— 1,3
Stelzing	1410	— 3,7	— 3,2

Auch das untere Etschtal zwischen Bozen und Ala und die Gehänge über der Poebene zeigen in kalten Wintern die Erscheinung der Wärmezunahme mit der Höhe; stets sind die Höhen am Morgen noch vor Sonnenaufgang relativ am wärmsten, ein Beweis, daß nicht die günstigeren Besonnungsverhältnisse der Gehänge, sondern die Wärmeausstrahlung und das Herabsinken kalter Luft in die Täler die Ursache dieser Anomalie ist.

Eine Folge dieser Verhältnisse ist es auch, daß viele Siedelungen in den Alpen nicht in den Talböden, sondern hoch auf den Gehängen oder auf Terrassen und Schuttkegeln liegen, wo sie den extremen Nacht- und Wintertemperaturen entrückt sind.

4. Jährlicher und täglicher Gang der Temperatur.

Eine weitere Folge der starken Wärmeausstrahlung und Ansammlung kalter Luft in den Talsohlen in der Nacht und im Winter und der starken Erwärmung durch Insolation bei Tag und im Sommer ist, daß sowohl die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, als die zwischen Sommer und Winter in den Talbecken sehr groß sind; das Klima ist hier gleichsam extremer als in der benachbarten Niederung. Auf großen Höhen verschwinden diese Einflüsse; es nimmt daher die tägliche und jährliche Wärmeschwankung mit der Höhe ab, das Klima der

Höhen nähert sich dem Küstenklima. Dies mögen folgende Zahlen belegen.

Ort	Höhe m	Januar Grad	Juli Grad	Differenz Grad
Altstätten .	460	— 1,2	18,2	19,4
Trogen . .	880	— 1,2	15,9	17,1
Gäbris . .	1250	— 2,0	13,5	15,5
Rigi . . .	1790	— 4,8	9,7	14,5
Säntis . .	2470	— 8,1	5,7	13,8

In einer Höhe von etwa 9—10 km dürften die Unterschiede der Jahreszeiten bereits aufhören.

Eine weitere Analogie des Gebirgsklima mit dem Küstenklima besteht darin, daß sich die Eintrittszeiten der Wärmeextreme verspäten; die tiefsten Monatsmittel fallen in der Höhe erst in den Februar oder gar in den März, da die ganze Sonnenstrahlung in den Wintermonaten noch zur Schneeschmelze aufgebraucht wird, die höchsten Monatsmittel hat zumeist der August; der Herbst ist daher in großen Höhen wärmer als der Frühling, während in der Niederung beide Jahreszeiten ungefähr gleich warm sind.

Folgende Tabelle mag schließlich noch einen kurzen Überblick über die Verteilung der Temperatur in den Alpen geben, woraus sowohl der Einfluß der Höhe als der allmähliche Übergang vom mittel- zum südeuropäischen Klima entnommen werden kann.

Ort	Höhe m	Jahr Grad	Januar Grad	Juli Grad	Differenz Grad
Innsbruck .	600	8,0	— 3,4	17,9	21,3
Sterzing . .	950	6,3	— 4,4	16,5	20,9
Brixen. . .	570	9,0	— 2,6	19,8	22,4
Bozen . . .	260	12,0	0,0	23,0	23,0
Meran. . .	310	11,7	0,6	21,6	21,0
Schafberg. .	1780	1,6	— 5,1[1])	9,5	14,6
St. Bernhard	2470	— 1,8	— 9,0	6,2	15,2
Sonnblick . .	3100	— 6,1	— 12,2[1])	1,3	13,5

4. Einfluß der Höhe auf Feuchtigkeit und Niederschlag und dessen Verteilung in den Alpen.

Mit der Höhe muß eine sehr rasche Abnahme des absoluten Feuchtigkeitsgehalts der Luft eintreten, da sich dasselbe Dampf-

[1]) Diese beiden Zahlen gelten für den Februar als den kältesten Monat.

quantum auf ein größeres Volumen verteilt und infolge des geringeren Luftdruckes die Verdunstung in der Höhe eine viel raschere ist; es ist also die Luft in großen Höhen, namentlich über großen Schneeflächen, sehr trocken. Daher mumifizieren Tierleichen, ohne zu faulen; die Transpiration geht sehr rasch vor sich, das Durstgefühl wird gesteigert. Die relative Feuchtigkeit, also der Grad der Sättigung der Luft mit Wasserdampf, ist hingegen in der Höhe infolge der tieferen Temperaturen zumeist größer als in der Ebene und im Frühling und Sommer größer als im Winter, der auf hohen Bergen die trockenste und heiterste Jahreszeit ist. Dasselbe gilt auch von der Bewölkung. Die große Heiterkeit und Reinheit des Winterhimmels auf größeren Höhen bildet deren wichtigsten klimatischen Vorzug und erhöht noch die ohnedies schon gesteigerte Insolation. Dabei zeigt der tägliche Gang der Bewölkung eine sehr ausgesprochene, aber nach den Jahreszeiten verschiedene Periode. Im Winter haben die Mittagsstunden die größte Häufigkeit des Sonnenscheins, gegen den Sommer aber verschiebt sich diese immer mehr auf die Vormittagsstunden, und es zeigen die Mittagsstunden infolge der aufsteigenden, Wasserdampf aus den Tälern in die Höhe führenden Luftbewegungen die stärkste Bewölkung. Es beträgt z. B. die Dauer des Sonnenscheins von 7^{ha} bis 1^{hp} auf dem Obir und Sonnblick in Stunden:

Dezember 47,0 März 39,8 Juni 27,0 September 40,4.

Die aufsteigende Luftbewegung, die sich entweder im Gebirge selbst lokal entwickelt oder aus dem Anprall der Luft an die Gehänge eines Gebirges ergibt, bedingt ferner eine rasche Abkühlung der Luft und dadurch eine Zunahme der Kondensation ihres Wasserdampfgehaltes. Es nimmt also im allgemeinen die Quantität und Häufigkeit des Niederschlags mit der Höhe zu, u. zwar schon mit der Annäherung an das Gebirge, da die Luft bereits in einiger Entfernung von dem ihr entgegentretenden Hindernis aufzusteigen gezwungen wird. Nach Überschreitung der Kammhöhe geschieht dann wieder eine rasche Abnahme der Regenmenge, da die Luft auf der Leeseite des Gebirges verhältnismäßig wasserdampfarm herabsteigt. Dies zeigt folgende Zusammenstellung vom Arlberg, in der Richtung von W nach O:

Ort	Höhe m	Niederschlag cm
Bludenz	590	120
Klösterle	1060	138
Stuben	1410	173
St. Christof . . .	1800	182
St. Anton . . .	1300	83
Landeck	800	57

Diese Zunahme des Niederschlags mit der Höhe kann aber nicht unbegrenzt vor sich gehen, sondern es muß von einer gewissen Höhe an der Niederschlag wieder abnehmen, da die Luft durch fortgesetzte Abnahme der Temperatur auch eine Abnahme des Wassergehaltes erfahren muß und die Kondensation zwar noch häufig, aber nicht mehr in so großen Mengen eintreten kann. In den Alpen scheint eine solche Zone des maximalen Niederschlags am Nordabhang in etwa 2000 m Höhe, am Südabhang etwas höher zu liegen; jedenfalls liegt sie im Winter bei höherer relativer Feuchtigkeit tiefer als im Sommer. Doch besitzen wir gerade aus dieser Höhenzone zu wenig Beobachtungen, um über diesen Punkt näheres aussagen zu können.

Die Verteilung des Niederschlags in den Alpen ist nun im allgemeinen eine derartige, daß die beiden Außenseiten des Gebirges, das mit den herrschenden Regenwinden aus NW ungefähr parallel streicht, reichlichen Regenfall haben, daß also eine ausgesprochene Regen- und Regenschatten- (Luv- und Lee-) seite fehlt. Doch haben die Außenzonen des Gebirges viel mehr Regen als das Innere, so daß namentlich die großen trennenden Längstäler sehr trocken sind. So fallen auf der Nordseite der nördlichen Kalkalpen jährlich etwa 120—130 cm Regen, zu Innsbruck nur 87; die Nordseite der Berner Alpen hat 150 cm Regenfall, das Wallis bloß 60—90 cm, die Südseite der penninischen Alpen wieder sehr große Regenmengen (Pollanza 236, Ivrea 139 cm). Sehr deutlich zeigt sich die Abnahme des Niederschlags gegen das Innere des Gebirges im Inntal, die jährliche Regenmenge beträgt:

Rosenheim	Innsbruck	Landeck	Remüs
138	87	57	57
Zernetz	Bevers	Sils	Castasegna
59	79	95	145

Der Regen kommt hier sowohl von unten talaufwärts als über die Talwasserscheide des Maloja; er nimmt daher nach beiden Richtungen von NO und SW ab, so daß das untere Engadin zwischen Landeck und Zernetz zu den trockensten Teilen der Alpen gehört, zumal es allseits von hohen Gebirgsketten eingeschlossen ist.

Die Verteilung des Regens nach den Jahreszeiten ist in dem weitaus größeren Teile der Alpen die mitteleuropäische, derart, daß das Maximum in den Juli und August fällt; auf der Südseite der Alpen, in Südfrankreich, im Wallis und in Tessin herrschen bereits die für den nördlichen Teil des subtropischen Klimagebietes charakteristischen Herbstregen. Der geringste Niederschlag fällt fast durchwegs in den Januar oder Februar.

5. Einfluß des Gebirges auf die Luftströmungen.

Das Gebirge erzeugt einerseits durch Verschiedenheiten der Erwärmung selbständig örtliche Luftströmungen, anderseits modifiziert es vielfach die herrschenden Luftströmungen.

Der ersteren Art sind die regelmäßigen Tag- und Nachtwinde in den Tälern. Die Erscheinung besteht darin, daß bei Tag, in der Regel um 10^h Vorm. beginnend, die Luft talaufwärts weht, dann gegen Abend Windstille eintritt, während gegen 9^h Nachm. eine talauswärts wehende Luftströmung einsetzt, die bis Sonnenaufgang anhält. Man bezeichnet den Tagwind auch als Talwind oder Unterwind, den Nachtwind als Berg- oder Oberwind; am Gardasee heißen die entsprechenden Strömungen Ora und Sover, am Comersee Breva und Tivano. In vielen Tälern ist die Erscheinung so regelmäßig, daß ihr Ausbleiben als Anzeichen eines Witterungsumschlages gedeutet wird. Der kühle Nachtwind ist einfach eine Folge davon, daß die kalte, schwere Luft in die Talsohlen abwärts fließt. Am Morgen wird die ganze Luftmasse, in der vorher gleicher Luftdruck in gleichen Höhen geherrscht hat, erwärmt; die Flächen gleichen Druckes erhalten ein Gefälle gegen das Gehänge; da dieses selbst auch erwärmt wird, so ist die Luft längs derselben wärmer als die der freien Atmosphäre in gleicher Höhe und hat das Bestreben emporzusteigen. Die Resultierende dieser beiden Bewegungen ergibt eine Luftströmung längs der Gehänge nach aufwärts. Der Talwind führt die Wasserdämpfe der umgebenden Niederung in die Höhe,

wo sie sich durch die Abkühlung kondensieren und zu Wolken- und Gewitterbildung führen, die aber auf das Gebirge lokalisiert bleibt. Dann ist die Atmosphäre getrübt, die Ferne in Dunst gehüllt. Der absteigende Bergwind führt die Feuchtigkeit wieder in die Tiefe, die Wolken lösen sich auf, und die Luft wird auf der Höhe trocken, die Aussicht von Berggipfeln ist daher am frühen Morgen am reinsten.

Die bekannteste und wichtigste Modifikation der allgemeinen Luftdruckverteilung durch das Gebirge ist der Föhn, der übrigens keineswegs eine nur den Alpen eigentümliche Erscheinung ist. Der Föhn der Alpen ist ein warmer, trockener, vom Alpenkamm herabstürzender Südwind, der namentlich in den nach N geöffnetenQuertälern, also im Tal der Rhône bis zum Genfersee, im Reuß-, Linth- und Rheintal, im Wipptal bis Innsbruck (hier Scirocco genannt), sowie in den nördlichen Tauerntälern auftritt. Eine ganze Reihe eigentümlicher atmosphärischer Erscheinungen kündigt das Nahen des Föhns an. Im Süden bildet sich über den Gipfeln leichtes Schleiergewölk, das sich bald zu einer nach unten scharf abgeschnittenen Wolkenbank, der „Föhnmauer", verdichtet.[1]) Die Luft erhält einen außerordentlichen Grad von Klarheit und Durchsichtigkeit, wodurch die Gebirge viel näher erscheinen; der Sonnenuntergang geschieht mit seltener Farbenpracht, die Berge erhalten eine tiefblaue Färbung. Nach einigen heftigen Stößen tritt zuerst plötzliche Stille ein; dann bricht der Sturm plötzlich mit großer Heftigkeit und oft unter furchtbaren Verheerungen herein, meist 2—3 Tage andauernd. Er bringt die Schneefelder zum Schmelzen, löst Lawinen ab; auf Menschen und Tiere wirkt er abspannend und aufregend und verstärkt wegen seiner austrocknenden Wirkung die Feuersgefahr. Als warmer Wind aber bringt er auch den Frühling, ermöglicht die Maiskultur in Nordtirol und Vorarlberg und beschleunigt die Traubenreife. Die Landschaften um den Vierwaldstättersee und die Umgebung von Innsbruck verdanken dem Föhn eine lebhaftere, südlich anmutende Pflanzenwelt. Durch ihn wird in Innsbruck die mittlere Jahrestemperatur um 0,6° C, die des Winters und Frühjahrs um 0,8° C erhöht. Mitten im Winter treten bei Föhn sommerliche Temperaturen mit Abweichungen bis zu 17° C von der normalen Temperatur auf; die relative

[1]) Vgl. Kerner, Z. A. V. 1892.

Feuchtigkeit sinkt plötzlich um 50—60 %. Im Winter ist der Föhn am häufigsten, im Sommer am seltensten. Im Mittel der Jahre 1870—1894 hatte Innsbruck

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	
9,5	17,0	5,0	11,1	42,6	Föhntage.

Der Föhn hat seinen Ursprung nicht, wie man früher meinte, in Nordafrika oder weit unten im Süden. Denn während die Nordseite der Alpen Föhn hat, herrscht auf der Südseite ruhiges, aber feuchtes Wetter, und gewöhnlich fallen wenige Stunden nach Beginn des Föhns im N auf der Südseite außerordentlich heftige Niederschläge. Auch erhält der Föhn seine Wärme nicht von Süden, sondern erst beim Herabstürzen in die Täler; auf den Kämmen selbst ist die Temperatur kaum erhöht. Die Wärme des Föhns ist vielmehr nur eine Folge davon, daß die Luft zu höherem Drucke herabstürzt und sich dabei mechanisch erwärmen muß (bei 100 m Gefälle um 1° C). Dieses plötzliche Eintreten von Südwinden ist aber dadurch bedingt, daß im Norden der Alpen ein vom Atlantischen Ozean kommendes barometrisches Minimum oder in dessen Gefolge kleine lokale Minima vorüberziehen; dadurch wird die Luft aus den Tälern nach der Gegend des geringsten Druckes gleichsam herausgesogen; der Alpenkamm hindert das direkte Zufließen von Süden, und es muß daher Luft von der Höhe der Kämme zum Ersatz herbeifließen. Erst später wird auch Luft von Süden herbeigezogen, die an den Südabhängen der Alpen emporsteigen muß, woraus sich dann die reichlichen Niederschläge daselbst erklären. Daß der Föhn im Sommer nicht so merkbar ist und seltener auftritt als im Winter, erklärt sich einerseits daraus, daß dann die Temperaturabnahme mit der Höhe viel rascher erfolgt und daher der Wärmezuwachs nicht so groß sein kann, anderseits daraus, daß im Sommer die barometrischen Minima von W her seltener und schwächer sind. Wenn sich die entgegengesetzte Luftdruckverteilung einstellt, also hoher Druck im Norden und tiefer im Süden des Gebirges herrscht, stellen sich auch auf der Südseite der Alpen warme und trockene N- und NO-Winde ein, die aber selten die Heftigkeit des Südföhns der nördlichen Alpentäler erreichen.

Das Auftreten des Föhns zeigt uns an einem besonderen Beispiel, in welcher Weise die Alpen als Klimascheide wirken. Namentlich schützen sie als ein westöstlich verlaufender Wall

die südlichen Täler vor den kalten nördlichen Winden, der Übergang von Norden nach Süden vollzieht sich daher im Gebirge selbst viel schroffer als im Westen und Osten der Alpen. Daher sind auch die südlichen Täler trotz größerer Meereshöhe milder und begünstigter als die Poebene selbst, die den rauheren Winden bereits mehr ausgesetzt ist und wo sich die kalten Luftmassen ungestörter ansammeln können. Bozen, obwohl einen Grad nördlicher und 110 m höher als Mailand, hat dieselbe Wintertemperatur wie dieses und ein bedeutend höheres mittleres Jahresminimum.

So geben eine Reihe gesetzmäßiger Erscheinungen und Modifikationen des Klimas durch die Höhe dem Alpenklima gewisse gemeinsame charakteristische Züge, die es von dem Klima der umgebenden Niederungen unterscheiden. Allerdings vermögen daneben wieder andere Umstände, wie Exposition, windgeschützte oder ausgesetzte Lage, Nähe von Gletschern oder warmen Seen das Klima örtlich zu beeinflussen, so daß selbst einander nahe liegende Orte recht verschiedene klimatische Verhältnisse haben können.

VI. Wasser und Eis in den Alpen.

In einem Klima mit reichlichen und gleichmäßig verteilten Niederschlägen gelegen, besitzen die Alpen ein recht dichtes Entwässerungsnetz, dessen Rinnen sich durch verhältnismäßig gleichmäßige Wasserführung auszeichnen, aber immerhin verschiedene Verhältnisse, je nach der Art ihres Ursprungs, aufweisen.

Die Flüsse der Alpen werden entweder durch Quellen gespeist oder gehen aus Gletscherbächen hervor. Überall aber im Gebiet gleichmäßig verteilten Regens, also mit Ausnahme der kleinen Flüsse der französischen Alpen und der Südalpen überhaupt, die bereits in den Bereich der Herbstregen fallen und zu dieser Zeit die größte Wasserführung haben, wird der Eintritt der Hochwasser durch den der Schneeschmelze bestimmt. In den niedrigeren Teilen des Gebirges, wo die winterliche Schneedecke im Sommer entweder ganz oder bis auf wenige Reste entfernt wird, treten die Hochwasser zur Zeit der größten Schneeschmelze ein, also in geringen Höhen früher, in größeren später im Frühjahr; die Wasserführung überhaupt ist abhängig von den Niederschlagsverhältnissen des betreffenden und des verflossenen Jahres. Jene Flüsse aber, die ihr Wasser aus dem ewigen Schnee und den Gletschern beziehen, haben ihr Hochwasser erst zur Zeit der größten Schmelze im Hochgebirge, also im Hochsommer, und ein Maximum der Wasserführung in trockenen und heißen Jahren, da dann die Ablation oder Abschmelzung der Gletscher besonders intensiv vor sich geht, und geringe Wasserführung in den kühleren und feuchten Jahren, in denen die Ablation geringer ist. Gerade das umgekehrte Verhältnis tritt bei den durch Regengüsse gespeisten Wildbächen ein, so daß zwischen beiden Kategorien von Flüssen eine gewisse Kompensation stattfindet und die Alpenflüsse überhaupt zu allen Perioden wasserreich erscheinen. Nur wenige Flüsse der Südalpen haben den

Charakter von Torrentes, deren Rinnen im Sommer völlig trocken sind, während sie nach längeren Regenperioden oder starken Gewitterregen von großen Wassermassen plötzlich erfüllt werden und verheerend wirken.

Die jahreszeitliche Schwankung der Gletscherbäche mögen folgende Zahlen illustrieren. Am Jambach bei Galtür in Vorarlberg lieferten die Aufzeichnungen im Mittel der Jahre 1894—1900 folgende Werte:

Monat	Monatliche Wasserführung in Mill. m^3	Abflußhöhe mm	Niederschlag mm
Januar . . .	3,28	62	73
April . . .	3,94	75	70
Juli	25,57	485	139
Oktober. . .	8,33	157	62

Man erkennt deutlich die außerordentliche Steigerung der Wasserführung und Abflußhöhe im Hochsommer, zu der die Zunahme des Niederschlags im Sommer in keinem Verhältnis steht. Es wird der Jambach im Sommer hauptsächlich von den Schmelzwassern der Gletscher gespeist, während die winterlichen Wassermengen teils durch Quellen, teils von der auch im Winter nicht völlig aufhörenden Unterschmelzung der Gletscher durch die Erdwärme geliefert werden.

Für das Jahr 1900 ergaben sich folgende Wassermengen am Pegel in Gletsch kurz unterhalb des Austritts der Rhone aus dem Gletscher:

Monat	Sekundliche Wassermenge in m^3
Januar . . .	0,405
April	1,05
Juli	16,60
Oktober . . .	2,10

Hier floß in den Wintermonaten gar nur der 40. Teil der Juliwassermenge ab. Im Mittel von neun Jahren betrug die mittlere Winterwassermenge (Oktober bis März) 0,45, die mittlere Sommerwassermenge 4,25 m^3 pro Sekunde.

Die Gletscherflüsse haben ferner eine nicht minder deutliche tägliche Periode der Wasserführung. Sie haben in den ersten Morgenstunden die geringste Wasserführung, schwellen im Laufe des Tages an und erreichen in den Nachmittagsstunden die größten

Dimensionen. Allerdings verzögert sich der Eintritt der Extreme mit der Länge des Weges, den die Schmelzwasser bis zum Austritt aus dem Gletschertor zurückzulegen haben, so daß bei langen Gletscherzungen das Maximum erst um Mitternacht, das Minimum erst um 10 Uhr morgens eintritt. Dabei wächst die Größe der täglichen Schwankung vom Frühjahr gegen den Sommer und ist im August am größten; in den Wintermonaten verschwindet sie fast völlig.

Auch die Temperaturverhältnisse der Alpenflüsse sind je nach ihrer Herkunft verschieden.[1]) Gletscherflüsse sind im Sommer bedeutend kälter, im Winter oft erheblich wärmer als die Luft; Quellflüsse zeigen das entgegengesetzte Verhalten und sind namentlich im Winter erheblich wärmer als die Luft. Im Jahresdurchschnitt sind Flüsse, die zumeist von Gletscherbächen gespeist werden, wie Salzach, Sill oder Etsch, kälter, Quellflüsse etwas wärmer als die Luft. In Gletscherbächen nimmt die Temperatur mit der Entfernung vom Gletscher rasch zu; sie beträgt an der Aar in

0	4,0	9,5	14,5	18,0	20,0	27,0 km Entfernung
1,0	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0 Grad.

Die Schwankungen der Temperatur im Laufe des Jahres, verglichen mit der Lufttemperatur, zeigen folgende Zahlen vom Jambach bei Galtür im Mittel von 1896—1900:

	Winter Grad	Frühling Grad	Sommer Grad	Herbst Grad
Bach . . .	0,7	3,1	5,8	4,0
Luft . . .	— 3,6	2,1	11,5	4,5
Bach—Luft .	4,3	1,0	— 5,7	— 0,5

Die Wasserführung der Alpenflüsse erfährt eine Regulierung durch die das gleichsinnige Gefälle des Tales unterbrechenden Becken, in denen sich das Wasser zu Seen ansammelt. Während die täglichen Schwankungen in der Wasserführung des Seezuflusses an der Seespiegelhöhe zumeist wirkungslos vorübergehen, wiederholen sich an ihr die jahreszeitlichen Schwankungen, so daß wir an unseren Alpenseen im Winter des Frostes wegen Niederwasser, im Sommer wegen des Abschmelzens der Schnee-

[1]) Vgl. Forster, Temperatur fließender Gewässer Mitteleuropas, Pencks geograph. Abh. 1894, V 4.

und Gletschermassen Hochwasser beobachten. Eine eigentümliche Art von Seespiegelschwankungen sind die sog. „Seiches", die wohl zuerst am Genfersee beobachtet wurden und hier von den Anwohnern des Sees diese Bezeichnung erhalten haben, seither aber auch an vielen anderen größeren Alpenseen, wie am Bodensee, Züricher-, Vierwaldstätter- und Traunsee beobachtet wurden. Die Erscheinung besteht darin, daß durch eine Störung des Gleichgewichts der Seespiegel an einem Ende des Sees steigt, am anderen sinkt, daß sich also eine stehende Welle über den ganzen See verbreitet, worauf dann die Wassermasse, sobald die Ursache der Störung zu wirken aufgehört hat, durch eine Reihe von immer schwächer werdenden Oszillationen in die Gleichgewichtslage zurückkehrt. Die Seiches sind die Folge von atmosphärischen Vorgängen, nämlich von plötzlichen, sprunghaften Änderungen des Barometerstandes, wie sie namentlich bei Sturm oder Gewittern eintreten. Die größten bisher bekannten Seiches wurden 1841 in Genf beobachtet mit einer Amplitude von fast 2 m; zumeist erreichen sie nur einige Zentimeter.

Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen werden namentlich durch den Einfluß der direkten Sonnenstrahlung und der Wärmeleitung bestimmt. Da das Wasser bei $+4^0$ C. seine größte Dichte hat, können sich bei der leichten Verschiebbarkeit der Wasserteilchen Schichten verschiedener Dichte und daher auch verschiedener Temperatur einstellen. Die auf die Seeoberfläche fallenden Wärmestrahlen der Sonne werden zum Teil von ihr reflektiert, zum Teil dringen sie ins Wasser ein, allerdings nur bis zu geringen Tiefen, da das Wasser die Wärmestrahlen sehr stark absorbiert. Das weitere Eindringen der Wärme in die tieferen Schichten besorgt dann die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers, die aber auch relativ sehr klein ist. Wenn nun im Frühjahr der See sich durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen allmählich, zuerst an der Oberfläche, dann in größere Tiefen erwärmt, so bilden sich drei thermische Zonen aus. In der obersten Zone, deren Tiefe einige Meter beträgt, machen sich noch die täglichen Variationen der Lufttemperatur, namentlich die nächtliche Abkühlung bemerkbar. Die maximale Erwärmung findet in den Nachmittagsstunden statt, das Minimum der Temperatur tritt in den Morgenstunden ein; dann sinken die durch die nächtliche Ausstrahlung abgekühlten Oberflächenschichten in die Tiefe und vermischen sich mit den tieferen Schichten, so daß sich eine

gleichmäßig temperierte Zone ausbildet, die im Lauf des Sommers an Wärme zunimmt. Unter dieser Zone haben die täglichen Variationen keinen Einfluß mehr, vielmehr beobachtet man von einer gewissen Tiefe an eine sehr rasche Abnahme der Temperatur nach der Tiefe. Im Wörthersee fand Ed. Richter im September 1890 folgende Werte:[1])

Tiefe m	Temperatur 12h	Tiefe m	Temperatur 12h
0	17,8	11,6	12,6
5	17,5	11,8	11,6
10,8	17,4	12	10,7
11,0	15,2	15	8,0
11,2	13,9	20	6,6
11,4	13,0	30	5,5

Von einer Tiefe von 10,8 m an, bis zu welcher die Temperatur nahezu konstant ist, beginnt die rasche Abnahme; die Zone, in welcher diese raschen Temperatursprünge zuerst auftreten, nannte Richter die Sprungschicht; sie bezeichnet ungefähr die Grenze, bis zu welcher die sommerliche Erwärmung eindringt und hat eine von verschiedenen Umständen, wie Klarheit des Wassers, abhängige Lage. Sie entsteht erst im späten Frühjahr, erreicht ihre maximale Ausbildung etwa im September und verschwindet im Herbst, sobald der See sich wieder abzukühlen beginnt; denn dann sinkt das Wasser der Oberfläche unter, bis es auf solches gleicher Temperatur stößt, und es kühlt sich der See in seiner ganzen Tiefe bis auf 4° ab; bei anhaltender Kälte kann die Abkühlung bis auf 0° fortschreiten und zur Eisbildung führen, die an der Oberfläche beginnt und nach der Tiefe fortschreitet.[2]) Unterhalb der Zone der Sprungschicht kann nur mehr die Wärmeleitung wirken; da diese aber sehr klein ist, so sind in dieser dritten Zone die Temperaturunterschiede wieder sehr gering und es findet in ihr eine sehr langsame Abnahme der Temperatur mit der Tiefe statt.

Da sich das Seewasser langsamer erwärmt und langsamer abkühlt als das umgebende Gebirge, wirken große Seen auf das Klima ihrer Umgebung ausgleichend; sie mildern die Tageshitze, namentlich durch die über sie hinwegstreichenden kühlen

[1]) Seenstudien, Pencks geograph. Abhandlungen 1897, VI, 2.

[2]) Vgl. Müllner, Vereisung der österreichischen Alpenseen 1894/95 bis 1900/01, ebenda 1903, VII, 2.

Winde, wie die Ora am Gardasee (s. o.), und setzen überhaupt die Sommertemperatur herab; umgekehrt teilen sie im Winter einen Teil ihres Wärmevorrates der Luft mit und erhöhen die Lufttemperatur. Sie stumpfen also die Temperaturextreme ab und erfüllen somit, wie wir sehen werden, eine ähnliche Funktion wie die großen Schnee- und Eismassen der Hochregion.

Ein großer Teil der im Hochgebirge fallenden Niederschläge gelangt weder zum sofortigen Abfluß, noch erliegt er der Verdunstung, sondern wird in fester Form als Schnee und Eis aufgespeichert. Infolge der Abnahme der Temperatur mit der Höhe nimmt mit dieser der Anteil des festen Niederschlags am Gesamtniederschlag zu, so daß in Höhen von etwa 3000 m Regen bereits eine Seltenheit ist. Es besteht also eine Zunahme der Dauer der Schneedecke im Laufe des Jahres mit der Höhe und man bezeichnet die Verbindungslinie aller jener Punkte, die zu einer bestimmten Zeit an der Grenze des schneefreien und schneebedeckten Gebietes liegen, als temporäre Schneegrenze. Ihre Wanderung im Verlauf des Jahres ist in einigen Alpengebieten näher untersucht worden:

Monat	Säntisgebiet (N-Expos.) m	Inntal bei Innsbruck (N-Expos.) m	Sonnblickgebiet (N u. W-Expos.) m
März . .	720	720	—
April . .	910	1100	1500
Mai . . .	1310	1540	1800
Juni . . .	1910	2030	2150
Juli . .	2340 (1. Dekade)	2470	2450
August .	—	2930	2700
September	2030 (3. Dekade)	2760	2300
Oktober . .	1740	1890	1950
November .	1020	1010	1250

Es steigt also die temporäre Schneegrenze im Frühjahr allmählich an und erreicht im August ihren höchsten Stand; dann senkt sie sich im Herbst rascher herab, als sie im Frühjahr angestiegen ist. Dabei zeigen die drei Reihen untereinander nicht unbeträchtliche Unterschiede der absoluten Höhenlage der temporären Schneegrenze, die auf die klimatischen Unterschiede der untersuchten Gebiete zurückgeführt werden können, von denen das erste in den Nordalpen, das zweite an der Grenze von Nord- und Zentralalpen, das dritte inmitten der Zentralalpen

gelegen ist. Die größere Trockenheit und Schneearmut der Tauerntäler kommt in der hohen Lage der Schneegrenze im Frühjahr zum Ausdruck; die hohen August- und Septemberwerte der zweiten Reihe beziehen sich bereits auf die trockeneren und infolge ihrer Massigkeit wärmeren Stubaier Alpen, gegenüber den reicher gegliederten, kühleren Hohen Tauern.

Im Hochsommer fällt somit die temporäre Schneegrenze mit der unteren Grenze der dauernden Schneebedeckung, des „ewigen" Schnees, zusammen, wo die Sonne nicht mehr imstande ist, den im Laufe eines Jahres gefallenen Schnee zu schmelzen und oberhalb welcher sich von Jahr zu Jahr Schnee ansammelt. Der Verlauf dieser Schneegrenze ist, abgesehen von klimatischen Verschiedenheiten, im Gebirge außerordentlich unregelmäßig und von einer Reihe örtlicher Verhältnisse abhängig. Der Schnee kann sich im allgemeinen nur auf mäßig steilen Gehängen halten; daher unterbrechen schneefreie, allzu steile Abfälle die Region der dauernden Schneebedeckung und es liegt überhaupt auf steileren Gehängen die Schneegrenze höher als auf sanft geneigten. Von großer Bedeutung ist ferner die Exposition; es reicht auf den nach Norden geneigten Hängen die Schneebedeckung oft um mehrere Hunderte von Metern tiefer herab als auf den nach Süden exponierten. Um daher für die einzelnen Gruppen eines Gebirges vergleichbare, von den örtlichen Begünstigungen und Benachteiligungen unabhängige Werte für die Höhenlage der Schneegrenze zu erhalten, hat man den Begriff der theoretischen klimatischen Schneegrenze eingeführt und versteht darunter die Verbindungslinie aller der Punkte, in denen auf horizontaler, nicht beschatteter Fläche die Schneedecke während des Sommers eben noch zum Schmelzen gebracht werden kann. In den (nach verschiedenen Methoden berechenbaren) Werten ihrer Höhenlage kommen sodann die klimatischen Verschiedenheiten der einzelnen Gebirgsgruppen zum Ausdruck. In den Alpen liegt die klimatische Schneegrenze in recht verschiedenen Höhen, wie folgende Zahlen lehren:

	Meter
Schweizer Kalkalpen	2400
Glarner Alpen (Tödi) . . .	2500
Österreich. Kalkalpen . . .	2500
Schwyzer und Urner Alpen .	2600—2700
Silvrettagruppe	2700

	Meter
Südliche Kalkalpen	2700—2750
Tauern Nordseite	2700
„ Südseite	2800
Berner Oberland	2800—2900
Ötztaler Alpen	2800—2900
Ortler-Gruppe	2800—2900
Penninische Alpen	3000—3200

In den gesamten Alpen erkennt man deutlich ein Ansteigen der Schneegrenze von den niederschlagsreicheren Randzonen gegen das trockenere Innere des Gebirges; die höchsten Werte aber erreicht die Schneegrenze in den wenig gegliederten und durch ihr ausgedehntes Relief erwärmend wirkenden Massenerhebungen wie im Berner Oberland, in den Ötztaler und Penninischen Alpen.

Der in der Schneeregion sich anhäufende Überschuß an festem Niederschlag findet in zweifacher Weise seinen Abfluß nach tieferen Regionen: entweder in den plötzlich eintretenden, rasch bewegten Schneeströmen oder Lawinen, oder in den langsam fließenden Eisströmen, den Gletschern.[1])

Die äußere Form der Gletscher ist abhängig von der Gestaltung des Reliefs des vergletscherten Gebirges. Die Hochregion unserer Alpen ist in zahllose Spitzen und scharfe Grate aufgelöst, zwischen denen sich ausgedehnte Mulden und kesselförmige Hohlformen erstrecken. Diese bilden vorzügliche Sammelgebiete für den Schnee, der sich hier durch eine Reihe von physikalischen Vorgängen (molekulare Wirkungen, Verflüssigung durch Druck und Wiederverfestigung usw.) allmählich in das körnige Firneis umwandelt und aus denen der eigentliche Eisstrom im Tale abwärts fließt. Bei den meisten alpinen Gletschern besteht daher eine sehr deutliche orographische Trennung in das breite, muldenförmige Sammelgebiet oder Firnfeld und die lange, schmale Gletscherzunge. Die Schnee- oder Firnlinie verläuft quer über den Gletscher, zumeist oberhalb der Wurzel der Zunge und trennt das Nährgebiet des Gletschers, wo die Aufspeicherung des Schnees stattfindet, vom Zehrgebiet, wo das Eis durch die

[1]) Auf die allgemeinen Eigenschaften der Gletscher, ihre Bewegungsverhältnisse, Struktur des Gletschereises, Moränen usw. kann hier nicht eingegangen und muß auf die großen Werke der Gletscherkunde: Heim, Gletscherkunde (Stuttgart 1885) und Heß, die Gletscher (Braunschweig 1904) verwiesen werden.

schmelzende Wirkung der Sonne, der Lufttemperatur und des Regens allmählich aufgezehrt wird. Überdies pflegt man bei diesem alpinen Vergletscherungstypus, bei dem jeder Gletscher sein eigenes Einzugsgebiet hat, die großen Talgletscher, die mit langen Zungen bis unter den Talschluß in die ausgebildeten Täler herabsteigen, zu unterscheiden von den in den Nischen oder Karen des Gebirges lagernden, kleineren Eiskörpern, den Kargletschern und den den Gehängen aufliegenden Gehängegletschern, die bisweilen als Plateaugletscher auftreten. Die Enden aller dieser kleineren Gletscher 2. Ordnung liegen meist hoch über der Sohle des Haupttales, Firngebiet und Zunge trennen sich nicht so deutlich wie bei den Talgletschern.

Die Vergletscherung der Alpen muß als eine recht beträchtliche bezeichnet werden, beträgt doch die vergletscherte Fläche in der Schweiz rund 1800 km², in den Ostalpen (ohne ihren Schweizer Anteil) 1460 km², in den gesamten Alpen rund 3500 km². In den Westalpen, die mit ihrem südlichen Teile noch in das milde Klima der Mittelmeerländer hineinreichen, treffen wir, nach Osten fortschreitend, erst in der Mont-Blanc-Gruppe eine bedeutende Vergletscherung. Neben etwa 40 Gletschern 2. Ordnung gibt es hier 20 echte Talgletscher, unter denen das gegen Chamonix abfließende Mer de Glace der bedeutendste ist. Die nördlichen Kalkalpen der Schweiz haben wegen ihrer geringen Höhe trotz sehr tiefer Lage der Schneegrenze nur kleine Gletscher. Hingegen gewinnt die Vergletscherung in der Zentralzone der Schweizer Alpen ihr größtes Ausmaß. Die penninischen Alpen tragen 15 Tal- und etwa 120 kleinere Gletscher; der größte ist der Gornergletscher. Das bedeutendste Gletschergebiet der Alpen aber ist die Finsteraarhorngruppe; das vergletscherte Areal mißt hier etwa 460 km², d. i. mehr als 1/3 des Gesamtareals der Gruppe; man zählt im ganzen etwa 100 Gletscher, darunter 12 Talgletscher; hier liegen auch drei der größten Alpengletscher, der Aletsch-, Unteraar- und Viescher-gletscher. Das nächste große Gletschergebiet der Schweiz ist die Gruppe des Tödi und des Galenstockes; in dieser liegt der durch die seit 1874 regelmäßig fortgeführten Vermessungsarbeiten bekannte Rhonegletscher. — In den Ostalpen[1]) treffen wir, der Höhenabnahme von Westen nach Osten parallel gehend, eine Abnahme der Vergletscherung in dieser Richtung. Die nörd-

[1]) E. Richter, die Gletscher der Ostalpen, Stuttgart 1888.

lichen Kalkalpen haben infolge ihrer nur selten 3000 m erreichenden Höhen und der Steilheit ihrer Gehänge nur eine geringe Vergletscherung bei tiefer Lage der Schneegrenze; die bekanntesten Gletscher sind hier der Plateaugletscher der „Übergossenen Alm" am Hochkönig und das Karls-Eisfeld in der Dachsteingruppe. Die stärkste Vergletscherung besitzt auch in den Ostalpen die Zentralzone trotz der ungünstigeren klimatischen Verhältnisse, aber infolge ihrer bedeutend größeren Höhen. Noch zur Schweiz gehört die Berninagruppe mit dem Morteratsch- und Rosseggletscher; recht bedeutend ist auch die Vergletscherung der Silvrettagruppe, wo infolge der reichen Gliederung die Schneegrenze auf 2700 m sinkt. In der Ortlergruppe, wo sich am Fuße des Ortlers der prächtige Suldenferner hinzieht, steigt sie auf 2900 m und sinkt gegen den Gebirgsrand in der stark vergletscherten Adamellogruppe auf 2800 m. Das größte Gletschergebiet der Ostalpen sind die Ötztaler Alpen, ihre größte Massenerhebung; die vergletscherte Fläche mißt hier 480 km²; neben etwa 200 Gletschern 2. Ordnung gibt es 20 Talgletscher, darunter der längste Gletscher der Ostalpen, der Gepatschferner, und der durch seine verheerenden Ausbrüche bekannte Vernagtferner (s. u.). Die ausgedehnte Gruppe der Hohen Tauern besitzt bei verhältnismäßig tiefer Lage der Schneegrenze eine stattliche Vergletscherung; sie birgt den größten und schönsten Gletscher der Ostalpen, die Pasterze am Fuß des Großglockners. In den östlichen Tauerngruppen ist die Vergletscherung infolge der Höhenabnahme schon recht unbedeutend, Talgletscher fehlen fast völlig. Die südlichen Kalkalpen tragen aus denselben Gründen wie die nördlichen nur unbedeutende Gletscher; die Vedretta di Marmolada in den Dolomiten ist ein Beispiel für einen alpinen Plateaugletscher.

Die Enden der großen Schweizer Talgletscher liegen im allgemeinen rund 1500 m unter der Schneegrenze; der am tiefsten, nämlich bis 1100 m herabreichende Gletscher der Alpen, der Untere Grindelwaldgletscher, steigt 1800 m unter seine Firngrenze herab. In den außerschweizerischen Ostalpen liegt das tiefste Gletscherende, das des Gepatschferners, zirka 1900 m hoch, d. i. 1000 m unter der Firngrenze; zumeist aber liegen die Enden der Talgletscher der Ostalpen weniger als 1000 m unter der Schneegrenze.

Die Dimensionen der bedeutendsten Alpengletscher enthält die folgende Tabelle:

Name des Gletschers und Jahr der Messung	Gesamtareal km²	Sammelgebiet km²	Zunge km²	Gesamtlänge km	Höhe des Gletscherendes in m
Aletschgletscher 1880 .	129	99,5	29,5	24	1350
Gornergletscher 1878 .	69	49	20	15	1850
Mer de Glace 1880 .	41,7	30,1	11,6	14,5	1150
Vieschergletscher 1880 .	40	33,5	6,5	15	1500
Unteraargletscher 1880 .	39	22	17	16,7	1880
Morteratschgletscher 1877	24	14,8	9,2	9	1900
Gurglerferner 1870 . .	14,5	11,9	2,6	10	2200
Gepatschferner 1870 .	24,9	18,5	6,4	10,3	1910
Pasterze 1870	31,9	23,3	8,6	10	1950

Die Geschwindigkeit der fließenden Bewegung ist bereits an zahlreichen Gletschern der Alpen gemessen und ihre Veränderungen nach Ort und Zeit systematisch verfolgt worden. Sie beträgt in der Axe des Gletschers im Mittel etwa 1—3 dm pro Tag und etwa 40—100 m pro Jahr, ist aber in den einzelnen Teilen der Gletscheroberfläche sehr verschieden. Wie bei einem Flusse nimmt sie regelmäßig und stetig von den Rändern gegen die Mitte zu, ist im allgemeinen am größten an der Zungenwurzel und nimmt gegen das Gletscherende in der Längsaxe des Gletschers ab. An dem sehr genau untersuchten Hintereisferner im Ötztal betrug die jährliche Bewegung in den Entfernungen vom rechten Ufer von:

40	120	205	285	355	445	500 m
27,3	30,4	38,0	33,8	33,5	27,9	19,7 m.

Ferner betrug sie in

2300	2460	2540	2580	2610	2640	2670 m Höhe
4,0	29,6	40,6	43,7	46,8	49,1	51,5 m.

Die größten Geschwindigkeiten trifft man in der Regel dort, wo eine plötzliche Verengung des Querschnitts und dadurch eine große Steigerung der Mächtigkeit eintritt, und dort, wo der Gletscher gezwungen ist, über eine Steilstufe in seinem Bette herabzustürzen, in den sog. Gletscherbrüchen. Dann schäumt die ganze Masse scheinbar auf wie in einem Wasserfall und löst sich durch tiefe Klüfte und Spalten in abenteuerliche Formen („Séracs") auf; am Fuß des Sturzes aber beruhigen sich die Massen wieder und der Eisstrom fließt geglättet in flacherem Bette weiter. Durch ihre Gletscherbrüche sind besonders die Zuflüsse des Mer de Glace, der Rhonegletscher, Gornergletscher, Morteratsch- und Gurglergletscher berühmt. Freilich haben sie

viel von ihrer Schönheit dadurch verloren, daß die Gletscher der Alpen in den letzten Jahrzehnten einen sehr bedeutenden Verlust ihrer Mächtigkeit erlitten haben. Es ist eben das Ausmaß eines Gletschers nach Länge und Dicke kein konstantes, sondern im Laufe der Zeit beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Die Gletscherschwankungen sind eine Folge der in Perioden von ungefähr 35 Jahren sich regelmäßig vollziehenden Schwankungen des Klimas; in einer warm-trockenen Periode nimmt die Ernährung im Firnfeld und der Abfluß in die Zunge ab, die Abschmelzung im Zehrgebiet zu; der Gletscher schwindet, sein Ende zieht sich zurück; mit der Verminderung der strömenden Massen ist auch eine Abnahme ihrer Geschwindigkeit verbunden. In einer Periode von kühlen und feuchten Jahren häufen sich größere Mengen von Firn im Firnfeld an; diese fließen mit erhöhter Geschwindigkeit aus, der gesteigerte Druck erteilt der ganzen Zunge eine beschleunigte Bewegung und diese stößt vor. Dieser Vorstoß dauert in der Regel nur wenige Jahre, dann tritt für kurze Zeit ein stationärer Zustand ein und nun beginnt die zumeist lang anhaltende Rückzugsperiode. Die Zunahme der Geschwindigkeit tritt bereits ein, bevor ein Anwachsen der Zunge zu beobachten ist, so daß sich aus den Geschwindigkeitsmessungen ein Vorstoß gleichsam prognostizieren läßt. Bei dem vor einigen Jahren abgelaufenen Vorstoß des Vernagtferners wuchs die Geschwindigkeit von 17 m pro Jahr in der Zeit von 1889—1891 auf 280 m im Jahre 1899.

Bei einigen Alpengletschern reichen die Nachrichten über ihre Schwankungen bis ins 16. Jahrhundert zurück.[1]) In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts machten alle Gletscher die gleiche Schwankung ziemlich gleichzeitig und übereinstimmend mit den gleichzeitigen Klimaschwankungen mit. In der Zeit von 1815—1818 und 1848—1850 rückten alle Alpengletscher vor, 1822—1825 und 1871—1875 zogen sich alle zurück. Die genaueren Beobachtungen der letzten Jahre haben aber auffällige Unregelmäßigkeiten im Verhalten benachbarter Gletscher gezeigt. Viele hatten in den letzten 30 Jahren die Tendenz zu einem Vorstoß, derart, daß diese allmählich von Westen nach Osten fortschritt.

[1]) Vgl. Richter, Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher, Z. A. V. 1891.

Andere wieder, wie z. B. die Pasterze, befinden sich seit dem letzten Hochstand von 1850 in ununterbrochenem Rückgang, der gegenwärtig wieder bei allen Alpengletschern mit ganz wenigen Ausnahmen herrscht. Der Obere Grindelwaldgletscher begann seinen Rückzug schon 1855 und stieß 1881 vor, der benachbarte Untere Grindelwaldgletscher war noch bis 1871 im Wachsen und geht seither konstant zurück. Die Ursachen dieser Unregelmäßigkeiten sind in der orographischen Gestaltung der Gletscher, namentlich im Bau ihrer Firnfelder zu suchen. Viele Gletscher vermögen in ihren Firnfeldern durch viele Jahre Schnee aufzuspeichern, ohne daß dieser sofort in die Bewegung einbezogen wird. Es erscheint dann der Vorstoß viel später als bei solchen, die den Überschuß an Material sofort in die Zunge abströmen lassen. War dieser Überschuß überhaupt gering, d. h. war die Klimaschwankung nur schwach angedeutet, so macht sie sich bei solchen Gletschern überhaupt in keinem Vorstoß geltend. Durch jeden Rückgang erfährt der Gletscher eine Minderung seines Areals und Volumens; ausgedehnte Schuttflächen vor seinem Ende und alte Endmoränen lassen seine Ausdehnung zur Zeit des letzten Hochstandes erkennen. Der Vernagtferner verlor in der Zeit von 1848—1889 240 ha an Areal und die enorme Masse von 239 Millionen m^3 an Volumen. Beim Rhonegletscher betrug der Arealverlust in der Zeit von 1856—1880 200 ha, der Volumenverlust 175 Millionen m^3.

Das rasche Anwachsen eines Gletschers kann mitunter Anlaß zu verheerenden Katastrophen geben. So wächst der kleine, aber sehr steile Biesgletscher im Vispertal (Wallis) von Zeit zu Zeit über eine Felswand hinaus, auf der er sich nicht mehr zu halten vermag. Am 27. Dezember 1819 erfolgte ein solcher Abbruch, durch den das Dorf Randa zerstört wurde. In derselben Vorstoßperiode häuften sich die abgebrochenen Trümmer des Giétrozgletschers im Val de Bagne (Wallis) am Fuß einer Steilrinne zu einem Kegel an, durch den die Dranse zu einem See aufgestaut wurde. Trotz eingeleiteter Schutzbauten und Führung eines Abzugsstollens lockerte sich unter dem Druck des Wassers die Eisbarriere und am 16. Juni 1818 brach der See plötzlich durch; 20 Millionen m^3 Wasser entleerten sich plötzlich und verheerten das ganze Tal bis zur Mündung in die Rhone. Eine nahezu regelmäßige Erscheinung sind solche Ausbrüche beim Vernagtferner, der zu Zeiten eines besonders hohen Standes

bis an die gegenüberliegende Talwand reicht und die Wasser des Rofentales zu einem See aufstaut. Durchbrüche dieses Sees fanden in den Jahren 1600, 1678, 1680 und häufig zwischen 1845 und 1848 statt. Ähnlicher Art sind die Ausbrüche im Martelltal in der Ortlergruppe, wo der Zufallferner gelegentlich ein kleines Seitentälchen absperrt. Der letzte verheerende Ausbruch dieses Stausees erfolgte 1889. Anderer Entstehung war die Katastrophe am Altelsgletscher im Berner Oberland im Sommer 1895. Damals stürzte eine Eismasse von zirka 5 Millionen m^3 über eine 27° geneigte Fläche 1200 m tief herab und verwüstete ausgedehnte Wald- und Weideflächen. Infolge der ungewöhnlichen Hitze dieses Sommers war die Unterfläche des Gletschers stark abgeschmolzen, das Eis konnte am Boden nirgends mehr haften und verlor auf den glatten, steil geneigten Kalksteinplatten den Halt.

Von solchen ungewöhnlichen Ereignissen abgesehen, wirken die Gletscher nutzbringend für ihre Umgebung. Die Bildung von Schnee im Winter macht Wärme für die Luft frei, die Schmelzung im Sommer geschieht unter Wärmebindung in der Tiefe; der Gletscher liefert ferner den stärksten Bach dann, wenn die anderen Bäche infolge der Hitze nahezu versiegen. Somit wirkt der Gletscher ausgleichend auf die klimatischen Gegensätze und mildernd auf das Klima seiner Umgebung.

VII. Pflanzenkleid und Tierwelt in den Alpen.

In unmittelbarster Weise beeinflußt das Klima die Pflanzenwelt; wie sich im Gebiet der Alpen mittel-, süd- und osteuropäisches Klima berühren und die Erhebung des Gebirges zu großen Höhen die klimatischen Verhältnisse der Niederung modifiziert, so durchdringen sich hier auch die den jeweiligen Klimaten entsprechenden Florenreiche, während die größten Höhen ein davon abweichendes Vegetationskleid tragen. Der Südrand der Alpen fällt bereits in das Bereich der mediterranen Flora, die durch das Auftreten immergrüner Laubhölzer, der Südfrüchte, wie Agrumen, Edelkastanie und Mandelbaum, und die Herrschaft des Weins und Mais unter den Kulturpflanzen ausgezeichnet ist; am Gestade der französischen Alpen, an der Riviera, tritt bereits die Zwergpalme (Chamaerops humilis) hinzu; in einzelnen Zungen dringt die mediterrane Flora in den nach Süden geöffneten Tälern, immer mehr von Gewächsen der nordischeren Länder durchsetzt, weit ins Innere des Gebirges vor; einer ihrer charakteristischen Vertreter, die schlanke Zypresse, reicht an der Brennerlinie bis oberhalb Bozen. Ein inselförmiges Gebiet der mediterranen Flora hat sich am Nordufer des oberen Genfersees im Schutze besonders günstiger klimatischer Verhältnisse entwickelt.

Während die mediterrane Flora im SO durch die Ketten des Karstes scharf von der Osteuropa beherrschenden pontischen Flora geschieden ist, gehen am Ostrand der Alpen pontische und mitteleuropäische Flora allmählich ineinander über. Zwar kommt es auch in den östlichsten Alpenteilen noch nirgends zur Entwicklung einer Steppenflora; doch ermöglicht die Minderung des jährlichen

Niederschlags und die durch hochsommerliche Dürre verursachte Kürzung der Wachstumsperiode einzelnen Charakterbäumen des pontischen Gebietes das Eindringen in die nach Osten austretenden Längstäler der Mur und Drau. Die Schwarzföhre (Pinus austriaca) bedeckt nicht nur die Niederungen des inneralpinen Wiener Beckens, das Steinfeld, sondern auch dessen alpine Randberge.

Der weitaus größte Teil der Alpen aber gehört der baltischen Flora Mitteleuropas an, die durch das Vorherrschen unserer heimischen Laub- und Nadelhölzer charakterisiert ist. Die Höhen bis etwa 2000 m, die Täler und Vorberge, bilden ihren „subalpinen Gau", wo Fichte, Weißföhre, Lärche und Arve oder Zirbelkiefer in aufeinanderfolgenden Höhenzonen den Wald zusammensetzen. Höher hinauf macht sich immer mehr der Einfluß des Höhenklimas auf das Pflanzenkleid bemerkbar. Die mit der Höhe abnehmende Temperatur und Verkürzung der Wachstumsperiode läßt nach oben hin immer mehr Pflanzen zurücktreten, die größere Ansprüche an höhere Wärmegrade und eine längere Vegetationsdauer machen. Daher besitzen die höchsten Teile der Alpen eine eigentümliche „alpine" Flora, die kein geschlossenes Verbreitungsgebiet hat, sondern inselförmig auftritt und nach oben durch die Schneegrenze abgeschlossen wird, über die nur wenige Blütenpflanzen, zumeist aber nur Kryptogamen, Algen, Flechten und Moose emporsteigen. Mit der Höhe verschwinden zuerst die Laubbäume, sodann auch der Nadelwald, der die große Schneelast und die Kraft der Stürme nicht mehr zu ertragen vermag. Niedriges, dem Boden sich anschmiegendes Gebüsch und Gestrüpp von Erlen, Weiden, Wachholder und Legföhren, das sog. Krummholz, das die nötige Wärme unmittelbar vom Boden bezieht, der Schneelast und den Stürmen leichter trotzt, tritt an Stelle der hochstämmigen Bäume und setzt die Krummholzregion zusammen. Noch höher hinauf folgen dann jene Pflanzen, die sich nur wenig über den Boden erheben und auch unter der Schneedecke sich rasch entwickeln. Die klimatische Benachteiligung wird hier in der nur wenige Wochen umfassenden schneefreien Zeit aufgewogen durch die reichliche Besonnung, so daß sich die ganze Entwicklung sehr rasch vollziehen kann. Daher entfaltet sich auf den sonnigen Alpenmatten oberhalb der letzten Vertreter der Holzgewächse ein üppiger Blumenflor mit großen, lebhaft gefärbten Blüten.

Es kann hier nicht versucht werden, die große Mannigfaltigkeit der alpinen Blütenflora erschöpfend zu schildern und soll nur auf die bekann-

testen Vertreter aufmerksam gemacht werden.[1]) Während viele Arten dem ganzen Gebirge gemeinsam sind, sind andere an bestimmte geognostische Verhältnisse geknüpft. Im allgemeinen ist die Flora der Kalkberge reichhaltiger als die des Urgebirges; namentlich erzeugt in den Südtiroler Dolomiten das Zusammentreffen verschiedener Gesteinsarten eine außerordentliche Vielseitigkeit und Üppigkeit. Durch die ganzen Alpen ist das Edelweiß (Leontopodium alpinum) verbreitet, in manchen Tälern allerdings nur mehr auf wenige Fundorte beschränkt, anderswo, wie auf dem Schlern, geradezu als Wiesenblume vorkommend. Die häufigste Blütenpflanze der Alpen ist wohl die noch zu den Holzgewächsen gehörende Alpenrose, die, abgesehen von der seltenen Zwergalpenrose (Rhododendrum Chamaecistus), in zwei Arten vorkommt, der zeitig blühenden rauhhaarigen (Rh. hirsutum) und der späteren rostfarbigen (Rh. ferrugineum) und deren prächtige Blüten oft ganze Gehänge bis zur Talsohle herab mit ihrem feurigen Rot überkleiden. Auf den hochgelegenen Matten treffen wir das stark riechende Kohlröschen (in manchen Gegenden Braunelle genannt, Nigritella rubra), meist mit der Bergaster (A. montanus) zusammen vorkommend, zahlreiche Gentianen, namentlich die tiefblauen Glocken von G. acaulis, die kurzstengelige G. verna, die vielblütige G. Bavarica; mehr im Mittelgebirge herrscht die langstielige, gleichfalls vielblütige G. asclepiadea. Zu den häufigeren Vertretern der hochalpinen Flora gehören ferner der Alpenmohn (Papaver pyrenaicum), der Gletscher- und Alpenhahnenfuß (Ran. glacialis und alpestris), das weiße, violett überlaufene Alpenwindröschen (Anemone alpina), die Alpengrasnelke, auch Schlernhexe genannt (Armeria alpina), das hier intensiv blaue und wohlriechende Alpenvergißmeinnicht (Myosotis alpestris) und die seltene schopfige Teufelskralle (Phyteuma comosum und hemisphaericum). Zahlreich sind die Primeln vertreten (Pr. auricula, Gamsveilchen oder Petergstamm, Pr. longiflora, clusiana und viscosa, sog. blauer Speck); reizende Polster bildet die rosenrote, stengellose Silene (Silene acaulis), auf Felsgesimsen nisten zahlreiche Steinbrucharten (z. B. Saxifraga oppositifolia), Hauswurzen (Sempervivum) und Mannschildarten (Androsace). Noch geschätzter wegen ihrer Seltenheit als das Edelweiß ist die seidenhaarige, graublütige Edelraute (Artemisia laxa); bis zu den größten Höhen steigt das zierliche Alpenglöckchen (Soldanella) empor; einen besonderen Schmuck der Felsen bildet das rosenrot glänzende Fingerkraut (Potentilla nitida), Krummholzgebüsch und Felsblöcke überzieht die Alpenrebe (Clematis alpina) mit meterlangen Ranken. Trotz dieses Reichtums droht aber doch schon manchen Arten die Gefahr der Ausrottung und nicht eindringlich genug kann vor dem unverständigen Ausreißen der Wurzeln, namentlich des Edelweiß, gewarnt werden.

Der Grundzug der alpinen Flora ist also die rasche Abnahme des Gattungs- und Artenreichtums nach oben; dies und die klimatischen Bedingungen der Entwicklung hat die Gebirgsflora

[1]) Vgl. den vom D. u. Ö. A. V. herausgegebenen Atlas der Alpenflora (II. Aufl.). — Der Erhaltung der Alpenflora dienen die vom „Verein zum Schutz und zur Pflege der Alpenflora" erhaltenen Versuchsgärten, wie z. B. ein solcher auf der Raxalpe besteht.

mit der polaren gemeinsam; auch weisen beide eine große Zahl gemeinsamer Arten auf, so daß man vielfach die alpine Flora als ein Relikt der Eiszeit betrachtet, während welcher mit der Verschlechterung des Klimas die polare Flora nach Süden gedrängt wurde und die ganzen Alpen und ihr Vorland besiedelte, worauf beim Rückzug der Vergletscherung diese nordischen Arten durch die Einwanderung kräftigerer Arten namentlich von O her auf die größeren Höhen zurückgedrängt wurden. Doch dürfte die alpine Flora kaum einzig und allein auf diese arktische Einwanderung zurückzuführen sein, da es ja schon in der Tertiärzeit ein alpines Hochgebirge gab, auf dem sich eine dem Höhenklima angepaßte Flora entwickeln mußte. Tatsächlich fehlt auch eine Reihe von Pflanzen, die für das Hochgebirge besonders bezeichnend sind, wie die alpinen Gräser, die alpinen Rhododendren und Krummholzkiefern und viele Blütenpflanzen wie das Edelweiß, dem arktischen Florengebiet. —

Der Übergang vom mitteleuropäischen zum südeuropäischen Florenreich, in der Richtung von Norden nach Süden, ist daher zumeist durch Einschaltung der alpinen Region gestört. Aber auch dort, wo tiefe Einsattlungen oder Pässe die beiden Vegetationsgebiete in freie Verbindung bringen, vollzieht er sich allmählich und verschieden rasch je nach den Abdachungsverhältnissen der beiden Gebirgshälften. Wo die Täler der Südseite bis in das Herz des Gebirges eingeschnitten sind, wie dies beim Tessin in der Gotthardgruppe und an der Brennerfurche der Fall ist, gelangt man nur schrittweise in das Bereich südlicher Vegetation. So treffen wir vom Brenner herabsteigend bei Sterzing (950 m) die ersten Maisfelder, bei Franzensfeste, dem „Tor des Südens", die Edelkastanie in größeren Beständen, bald darauf auch die ersten Weinpflanzungen, zuerst im Stöckelbau auf den künstlich terrassierten Gehängen nahe dem wärmenden Boden ansteigend, von Waidbruck an in der sog. Pergola- oder Laubenkultur. Oberhalb Bozen erinnern Zypressen, Ölbäume, Feigen, Lorbeer und Myrte an den immer näher kommenden Süden. Im weiten Etschtal beginnt der Maulbeerbaum kleine Waldungen zu bilden und die Weinranken und mannigfachen südlichen Schlinggewächse bekleiden die Mauern. An den Ufern des Gardasees endlich umgibt uns die Pracht der mediterranen Vegetation in all ihrer Fülle, das die Gebirge des Südens charakterisierende Macchiengestrüpp ersetzt an den untern Gehängen den Wald, Zitronenpflanzungen umsäumen die Ufer. Viel unmittelbarer vollzieht sich der Übergang dort, wo die wasserscheidende Kette weit nach Süden gerückt ist, etwa aus dem rauhen Engadin in das Bergell. Schon vor Promontogno, in 900 m Höhe und kaum 15 km von der Paßhöhe entfernt, empfangen uns Nußbäume und Kastanien; allerdings blühen daneben im Schatten noch Alpenrosen; 5 km weiter bei Castasegna gedeihen bereits Feigen, Reben und Maulbeerbaum in üppigster Fülle und nach weiteren 35 km ist das Ufer des Comersees und damit die Alleinherrschaft subtropischer Vegetation erreicht.

Jedes Wesen ist an eine gewisse Summe von Existenzbedingungen gebunden, die seine Ernährung und Fortpflanzung ermöglichen und seine Verbreitung in gewisse Grenzen einschließen. Für die Pflanzenwelt sind Boden und Klima die maßgebenden, aus der natürlichen Beschaffenheit ihres Standortes sich ergebenden Lebensbedingungen. Der Einfluß des Bodens macht sich in den Alpen namentlich durch die zonale Anordnung der Kalk- und Schiefergesteine bemerkbar, indem manche Pflanzen diesen, manche jenen bevorzugen oder sogar ausschließlich besiedeln. Man findet daher die Kalk- und Schieferzonen durch eine verschiedenartige Flora ausgezeichnet, und häufig dieselben Formen in einander sehr ähnlichen, vikarierenden Arten auf Kalk-, beziehungsweise auf Schieferboden vertreten. Doch wechselt in den Alpen auf größere Entfernungen dieselbe Pflanzenart ihre Vorliebe für gewisse Bodenarten. Die Legföhre begünstigt in den Alpen entschieden den Kalkboden und wird in den Gneisalpen vielfach durch Erlengebüsch vertreten. Hingegen ist die Lärche in den Westalpen „schieferhold", in den Ostalpen „kalkhold". Viel wichtiger aber für die Verbreitungsgrenzen der Pflanzen werden die Änderungen der klimatischen Verhältnisse, u. zwar nicht nur in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung, so daß für jede Pflanzenart eine gewisse Höhengrenze existiert, oberhalb welcher sie die für ihr Fortkommen notwendigen Lebensbedingungen nicht mehr findet. Es vollziehen sich daher mit der Höhe allmähliche Veränderungen der Vegetation, die auch im Landschaftsbilde zum Ausdruck gelangen und in diesem eine Reihe von Höhengürteln unterscheiden lassen, die durch charakteristische, in ihrem Verlauf aber sehr wechselvolle Grenzlinien voneinander getrennt sind. Im Gegensatz zu älteren Unterscheidungen pflegt man heute besonders vier Höhenzonen zu trennen: die Getreide-, Wald-, Almen- und Schneeregion. —

Auch im Verlauf der Höhengrenzen kommt der Einfluß des Bodens, mehr aber noch der des Klimas im allgemeinen und überdies der besonderer örtlicher, benachteiligender oder begünstigender orographischer Faktoren zum Ausdruck, so daß die Verfolgung einer bestimmten Höhenlinie in der Natur sich zu einer sehr mühsamen Arbeit gestaltet. In einem und demselben Tale vermag der Unterschied der Exposition eine Höhengrenze um mehrere Hunderte von Metern zu verschieben; Verschiedenheiten der Beschattung, der Bewässerung und Böschung wirken

gleichfalls in hohem Grade alterierend, aber auf die einzelnen Linien verschieden; den Wiesenbau z. B. begünstigt große Feuchtigkeit, während sie den Getreidebau zurückdrängt. In verschiedenen Gruppen macht sich der Einfluß der Gliederung bemerkbar; geringe Gliederung erhöht die Lufttemperatur, daher liegen in Massenerhebungen alle Höhengrenzen höher als in reich gegliederten Gebirgsgruppen. Überdies muß bei allen Höhenzonen die obere Grenze des geschlossenen Vorkommens unterschieden werden von jener Linie, die das durch besondere Umstände ermöglichte, isolierte Vorkommen einzelner Ausläufer verbindet. Schließlich tritt bei den Vegetationsgrenzen noch die Tätigkeit des Menschen hinzu, der die durch die natürlichen Bedingungen gegebenen Verhältnisse nicht unwesentlich verändert hat, indem er den Verlauf der Getreidegrenze bestimmt, die Waldgrenze entweder absichtlich zugunsten der Verbreitung der Mähwiesen oder durch Sorglosigkeit herabdrückt und Wald- und Weideboden der Vermurung oder Verschüttung preisgibt. Der heutige Verlauf der Höhengrenzen hat daher vielfach nur die Bedeutung von Kulturgrenzen, doch ist es eingehenden Untersuchungen in einzelnen Alpengruppen gelungen, die Verschiedenheiten ihrer Höhenlage zumeist aus natürlichen Verhältnissen zu erklären.

Die Getreideregion reicht in den Alpen in rohem Durchschnitt bis etwa 1300 m, doch schwankt die Ausbreitung der Getreidekultur nach oben in sehr weiten Grenzen, die mit denen der ständigen Siedelungen ungefähr zusammenfallen und jedenfalls parallel laufen. Für die Ötztaler Alpen berechnete Schindler[1]) die mittlere Getreidegrenze auf der Nordseite zu 1420 m, auf der Südseite zu 1675 m, in den östlichen Tälern der Hohen Tauern zu 1200, bzw. 1500 m; deutlich erkennt man hier den begünstigenden Einfluß der Massenerhebung. Im einzelnen zeigt sich der Einfluß der Exposition derart, daß (nach Reishauer[2]) im Stubaigebiet die Gehänge mit SW, S, SO und W die besten Verhältnisse zeigen und hier die Exposition die benachteiligenden Faktoren aufzuheben vermag. In anderen Fällen wieder, wie z. B. im Kalk des Pflerschtales, kann die Gesteinsbeschaffenheit den Einfluß der Exposition, oder zu steile Böschung den Einfluß der größeren Massenerhebung unterdrücken. Sehr deutlich wird der

[1]) Z. A. V. 1888, 1890 und 1893.
[2]) Wissenschaftl. Veröffentlichungen d. Ges. f. Erdkunde, Leipzig II, 1895.

Einfluß der Exposition in den hohen Tauern: im Pinzgau liegt auf der Sonnenseite die Getreidegrenze 1130 m, auf der Schattenseite nur 950 m hoch. Von dem Einfluß der Exposition ist noch zu unterscheiden der der Besonnung; es steigen daher an den Gehängen der Sonnenseite die Kulturen höher hinauf als in der Talsohle. Die Getreidegrenze liegt ferner verschieden hoch je nach der Frucht, die angebaut wird. Am tiefsten endet der Weizenbau, höher hinauf steigt Roggen, noch höher Gerste; die genügsamsten Feldfrüchte sind Kartoffeln und Rüben, die im Ötztal bis 1500 m, im Stubai (Kühtaital) bis 1966 m gebaut werden können. In den Stubaier Alpen fand Reishauer:

	Mittlere Getreidegrenze m	Höchster Weizen m	Höchster Roggen m	Höchste Höfe m
Ridnauntal . . .	1490	1570	1642	1570
Pflerschtal . . .	1300	1434	1439	1450
Gschnitztal . . .	1300	1316	1380	1350

Die höchste Siedlung in den Stubaiern liegt in 1700 m, der höchste Feldbau 1725 m. In den südlicheren Alpengruppen liegt die Kulturgrenze im allgemeinen höher. Im Ortlergebiet bestimmte sie Fritzsch[1]) im Mittel zu 1500 m; im Suldental reicht sie bis 1690 m, im Martelltal ausnahmsweise bis 1927 m, die absolut höchste Lage in den Ostalpen. Ganz anders steht es in dieser Beziehung in der von Italienern bewohnten Adamellogruppe[2]), wo die bewohnten Stätten im Mittel nur bis 870 m, die Körnerkultur bis 950 m emporsteigen, die Höchstvorkommnisse in 1009 m, bzw. 1175 m liegen; das ergibt gegenüber den Stubaier Alpen Unterschiede bis zu 500 m zugunsten dieser. Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt in der Eigenart der Bewohner; die Deutschen stiegen in Einzelhöfen bis zur höchstmöglichen Grenze empor, der zumeist in geschlossenen Ortschaften wohnende Italiener mußte sich auf die tiefern Lagen beschränken; da er überdies die Maiskultur bevorzugt, die Roggenkultur minder schätzt, verharrt hier die Getreidegrenze in so auffallend tiefen Lagen; aber auch hier zeigt sich wieder das Drängen nach der guten Exposition und längerer Besonnung, sowie der Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit. Die guten Ackerboden liefernden Schiefergehänge am Rand des Adamellomassivs werden von den

[1]) Ebenda VI, 1904.
[2]) Wissenschaftl. Veröffentlichungen d. Ges. f. Erdkunde, Leipzig II, 1890.

Siedelungen bevorzugt; die Tonalit- und Kalkberge, deren Verwitterungsprodukte geringeren Kulturwert haben, drücken die Getreide- und Siedlungsgrenze tief herab.

Weniger werden die Höhengrenzen im Gebiet der vorübergehend bewohnten Siedelungen durch die Exposition beeinflußt, sowohl wegen der offeneren Lage als wegen der in diesen Höhen meist geringeren Böschung der Gehänge. Man hat hier von der oberen Grenze der Almhütten und Almweiden die oft noch hoch darüber ansteigenden Urweiden (Schaf- und Galtviehalmen) zu unterscheiden. Schindler bestimmte die Grenze der Sennhütten in den

Ötztaler A. Nordseite	2075 m
„ Südseite	2106 m
Brenner Nordseite	1890 m
„ Südseite	1920 m
Hohe Tauern Nordseite	1800 m
„ Südseite.	2000 m

In den Stubaier Alpen beträgt die durchschnittliche Höhe der Sennhütten 1900 m, die der Schafweiden 2580 m; die Höchstzahlen sind 2065, bzw. 2930 m, es liegen also die besten Weideplätze etwa 700 m tiefer als die Ausläufer der geschlossenen Rasenbedeckung. Dabei sind die westlichen Täler die begünstigten, wohl vorzugsweise wegen ihrer Gesteinsbeschaffenheit; hier bilden Schiefer und Gneis den Untergrund, während der zumeist aus Kalk bestehende Osten zurücktritt. Nach der Exposition stehen die südlichen Gehänge an erster Stelle, wo die Höchstvorkommnisse der Schafweiden im Durchschnitt 2835 m hoch liegen, die Gehänge mit NO Exposition zeigen mit einem mittleren Maximum von 2570 m die ungünstigsten Verhältnisse. Die absolut höchsten Weideplätze liegen in den Stubaier Alpen bei 3100 m. In der Adamellogruppe fand Reishauer:

Mittlere Höhe der Sennhütten	Mittlere Höhe der Schafweiden	Mittlere Höhe der obersten Sennhütten	Mittlere Höhe der obersten Schafweiden	Absolut höchste Weide
1770	2350	2020	2680	2940 m.

Es verlaufen also auch die Höhengrenzen im Gebiet der vorübergehend bewohnten Siedelungen in der Adamellogruppe tiefer als in den Stubaier Alpen, wenn auch die Abstände nicht so groß sind als bei der Getreidegrenze. Die tiefe Lage der Weide-

grenze ist hier teils eine Folge der ungünstigen Gesteinsbeschaffenheit und der außerordentlichen Steilheit der Gehänge, teils in dem Weidebetrieb und dem schlechten Zustand der Weiden und Baulichkeiten im italienischen Gebiet zu suchen.

In klarerer Weise kommt der Einfluß natürlicher Faktoren im Verlauf der Waldgrenze zum Ausdruck, worunter man die Linie versteht, bis zu der der Wald die für seinen Bestand notwendigen klimatischen Bedingungen findet. Wo daher die Bäume in völlig normalem Wuchs und in geschlossenen Linien stehen, ist diese klimatische Grenze noch nicht erreicht, sondern erst da, wo die Bestände sich lockern und die Bäume verkümmerte Formen annehmen. Es ist daher die Waldgrenze in der Natur zumeist keine scharfe Linie, sondern ein Grenzstreifen, der häufig mit einzelnen Spitzen und abgetrennten Parzellen nach oben ausläuft, und dessen Verlauf überdies von zahlreichen lokalen orographischen Einflüssen, wie dem Auftreten steiler Wände, von Regenrissen oder Lawinenzügen bestimmt wird. Nur auf breiten, gleichmäßig geböschten Gehängen kann man die wirkliche, hier zumeist regelmäßig und horizontal verlaufende Grenze des Waldes als eine klimatische Linie auffassen. Über sie steigen dann noch einzelne Vorposten mit niedergedrückten, verkümmerten und vom Sturm zerzausten Formen, meist Arven und Lärchen, vielfach auch Fichten, hoch empor; ihre Höhenlage bestimmt die Baumgrenze; sie bedeutet die oberste Grenze, bis zu welcher die widerstandsfähigsten Exemplare noch ihr Fortkommen im Kampf gegen das Klima finden und liegt meist mehrere 100 m über der Grenze des geschlossenen Waldwuchses.

Den Verlauf der Waldgrenze in den einzelnen Alpengruppen zeigt folgende Tabelle:[1])

Wallis	2150 m	Ortlergruppe . . .	2190 m
Engadin	2150 „	Adamellogruppe . .	2060 „
Tessiner Alpen . .	1920 „	Ötztaler Alpen . .	2090 „
Berner Oberland .	1830 „	Zillertaler Alpen .	1900 „
Urner Alpen . . .	1780 „	Hohe Tauern . . .	2020 „
Glarner Alpen . .	1700 „	Brentagruppe . . .	1980 „
Freiburger Voralpen	1700 „	Südtiroler Hochland	2020 „
Schwyzer Voralpen.	1600 „	Nördliche Kalkalpen	1790 „
Ferwallgruppe . .	1950 „		

[1]) Nach Imhof, Beiträge zur Geophysik IV, 1900 und Marek, Mitt. geogr. Ges. Wien 1905.

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Waldgrenze von ähnlichen Faktoren beeinflußt wird wie die etwa 800 m über ihr verlaufende klimatische Schneegrenze. Sie liegt in den Nordalpen um mehrere 100 m höher als in den Zentralalpen und steigt hier in den größten Massenerhebungen, wie Wallis, Engadin und Ötztaler Alpen, am höchsten empor; dabei ist, wie Brückner zuerst betonte, nicht so sehr die Höhe der Gipfel als die der Talsohlen das ausschlaggebende; so reicht an den Gehängen des bis 1200 m hohen Pustertales der Wald bis 2100 m hinauf. In den Ostalpen gewahrt man ferner ein ziemlich rasches und stetiges Sinken der Waldgrenze nach Osten, in ihrer ganzen Erstreckung um mehr als 500 m, ohne daß es bisher möglich wäre, diese Erscheinung durch klimatische Verschiedenheiten erklären zu können. Im einzelnen zeigt die Waldgrenze noch die Abhängigkeit von einer Reihe anderer Umstände. Ähnlich wie die tieferen Kulturgrenzen liegt die Waldgrenze bei West- und Südwesterposition am höchsten, bei Nordosterposition am tiefsten. Der Einfluß des Windes macht sich darin geltend, daß an den Ausgängen derjenigen Täler, in die die kalten Nordwinde eindringen können, die Waldgrenze herabgedrückt wird, und daß überhaupt in den in das Vorland ausmündenden Quertälern, die diesen kalten und austrocknenden Winden ausgesetzt sind, die Waldgrenze tiefer liegt als in den Längstälern. Zu dem besseren Windschutz der inneren Alpentäler kommt schließlich noch der Einfluß der besseren Bodenart begünstigend hinzu, indem der Kalkboden im allgemeinen die Waldgrenze erniedrigt, Schieferboden sie hinaufrückt. Doch besitzen, wie schon früher erwähnt, nach dieser Richtung hin die verschiedenen Waldbäume verschiedene Lebensbedingungen, so daß eigentlich für jede Baumart eine eigene Höhengrenze aufgesucht werden müßte.

Viel geringer ist die Abhängigkeit der Tierwelt von bestimmten Höhen- und Bodenverhältnissen, und es weicht daher das Tierleben der Alpen weit weniger als die Pflanzenwelt von dem der mitteleuropäischen Berglandschaften ab. Allerdings haben Veränderungen des Klimas und die menschliche Besiedelung weitgehende Veränderungen hervorgerufen. Völlig ausgestorben ist der Zeitgenosse des Menschen der älteren Steinzeit, das Mammut (Elephas primigenius), wieder nach dem Norden zurückgedrängt das Ren, während Pferd und Hund Haustiere geworden sind. Infolge der steten Bekämpfung durch den Men-

schen ist die Zahl der in den Alpen noch lebenden Raubtiere sehr gering geworden. Nur vereinzelt kommt noch der braune Bär in manchen Gegenden der Schweiz, namentlich in Graubünden, vor und tritt im Winter mitunter große Wanderungen bis in die breiten Täler, z. B. bis ins Unterinntal, an. Noch recht zahlreich sind kleinere Raubtiere wie Fuchs und Marder. Unter den Nagern ist auf das Hochgebirge beschränkt das Murmeltier (in Tirol Mankei genannt), dessen eigentümliches Pfeifen man oft genug hören kann, wenn man es auch seiner Scheuheit wegen selten zu Gesicht bekommt. Unter den alpinen Wiederkäuern ist die Gemse noch überall verbreitet, während der Steinbock nur mehr in einigen Teilen der piemontesischen Alpen gehegt wird und sichtlich dem Aussterben entgegengeht. Groß ist die Zahl der dem Hochgebirge eigentümlichen Vögel. Auf hohen Felszinnen horstet der majestätische Steinadler, und in den Südalpen ist der weißköpfige Geier noch recht häufig; massenhaft kommen Falken, Habichte und Bussarde vor. In den Hochwäldern bietet Auerhahn und Birk- oder Spielhahn Gelegenheit zu seltener Jagd; namentlich im Kalkgebirge nistet das Schnee- und Steinhuhn. Auf die Hochregion ist ferner die rotfüßige Alpenkrähe, der Schneeammer und Schneefink beschränkt, dem man selbst auf Gletschern in großen Gesellschaften begegnen kann, wo sie an den erfrorenen Insekten ihre Nahrung suchen. Die Wälder belebt das Gekreisch der Tannen- oder Zirbelhäher und der Gesang zahlloser Meisen, Finken und Ammern; in der Nähe größerer Gewässer hält sich die weißbrustige Wasseramsel und der schon recht selten gewordene Eisvogel auf. Noch immer bergen ferner die meisten Alpengewässer eine große Zahl von Fischen, namentlich von Forellen, Äschen, Saiblingen, Schleien u. a., wenn auch in manchen Gegenden der Fischreichtum durch die Ableitung der Abfallwässer in die Flüsse im Rückgang begriffen ist, ja mitunter, wie in Obersteiermark, geradezu Katastrophen für die Fischzucht hereingebrochen sind. Infolge seiner eigentümlichen Lebensweise ist der Lachs, der ohnedies nur im Nord- und Ostseegebiet vorkommt, in den Alpen auf das Aaregebiet beschränkt und fehlt im Rheingebiet, da er den Fall von Schaffhausen nicht zu überwinden vermag. Unter den Reptilien sei nur auf die wenigen Giftschlangen aufmerksam gemacht: die im Kalkgebirge noch häufige Kreuzotter und die schwarze Höhlennatter, sowie die im Südosten vorkommende Sandviper. Un-

geheuer ist schließlich der Reichtum der Alpen an Kerbtieren der verschiedensten Art. Auf den blumigen Matten tummelt sich ein Heer von geflügelten Insekten, darunter als alpine Spezies die blauflügelige Holzbiene und unter den Schmetterlingen der prächtige Apollofalter. Den Waldboden beleben zahllose Ameisenarten, auf den Wiesen ertönt das Lärmen der Schnarrheuschrecken, Grillen und Zikaden. Selbst den höchsten Regionen fehlt das tierische Leben nicht völlig. Abgesehen von den bei Tag durch den Talwind hinaufgetriebenen Insekten trifft man oft auf den Schneeflächen den sog. Gletscherfloh (Desoria glacialis), ein eigentümliches, schwarzes, längliches und hüpfendes Insekt aus der Gruppe der Podurellen in ungeheuren Mengen; vom Raub lebt hier die vereinzelt vorkommende Spinne Opilio glacialis. —

VIII. Der Mensch in den Alpen.

Indem wir den Verlauf der Kulturgrenzen in den Alpen verfolgten, konnten wir bereits den von Ort zu Ort wechselnden, bald begünstigenden, bald zerstörenden Einfluß der menschlichen Wirksamkeit nicht ganz ausscheiden. Auch diese ist an gewisse, von der Natur gezogene Grenzen gebunden, wenn es auch dem Menschen leichter möglich ist, sich im Kampf gegen die Naturkräfte zu behaupten und sich seine Existenzbedingungen auch dort zu schaffen, wo die Natur ihm scheinbar unüberwindliche Schranken gesetzt hat. In den Alpen reicht diese Tätigkeit in eine sehr weit zurückliegende Vergangenheit hinein. Infolge ihrer Stellung im Herzen des Erdteils, wo sich die verschiedensten Einflüsse berührten und durchdrangen, bildeten die Alpen keine scharfe Völkerscheide, sondern ein Gebiet, wo die Völker sich begegneten und vermischten, so daß die heutige Alpenbevölkerung aus sehr verschiedenartigen Elementen hervorgegangen ist, deren Eigenart sich aber hier zumeist reiner erhalten hat als in den umgebenden, tiefer gelegenen Landschaften.

Noch bevor die Gletscher der Alpen zum letztenmale mächtig anwuchsen und ins Vorland hinausstießen, also in der letzten Interglazialzeit, als am Nordrand der Alpen der Löß abgelagert wurde, befanden sich hier bereits menschliche Ansiedelungen.[1]) Dieser ältere Abschnitt der älteren Steinzeit oder der paläolithischen Periode überdauerte auch noch die letzte Eiszeit und reicht bis in die früheren Phasen des letzten Gletscherrückganges, der sog. Postglazialzeit, hinein. Gemeinsam ist allen diesen paläolithischen Stationen am Alpenrande eine sehr einheitliche primitive Steininduſtrie, die die Steinwerkzeuge nur roh zubehaut, ohne sie zu glätten und zu polieren; dazu tritt in den jüngeren

[1]) Bezüglich der prähistorischen Geschichte des Menschen in den Alpen vgl. das unlängst erschienene Bändchen Nr. 8 dieser Sammlung von Pohlig, Eiszeit und Urgeschichte des Menschen (1907).

Epochen der paläolithischen Periode auch die Knocheninduſtrie. Die auffälligſte Erſcheinung aber iſt eine ſehr hoch entwickelte und gleichfalls überall gleichartige Kunſtblüte, die ſich an Tier- und Menſchenzeichnungen an den Wänden der als Wohnungen dienenden Höhlen, ſowie auf Knochen und Rentiergeweihen erweiſen läßt. Namentlich das franzöſiſche Alpenvorland und das Randgebiet des großen rhodaniſchen Gletſchers iſt ſehr reich an ſolchen Funden; in der Schweiz iſt das ſog. Schweizersbild bei Schaffhauſen, deſſen Gleichaltrigkeit in ſeinen unterſten Schichten mit dem Bühlſtadium der letzten Eiszeit (ſ. S. 45) von Penck nachgewieſen wurde, die bekannteſte Fundſtätte; im Oſten hingegen bezeichnet die Donau die Südgrenze der paläolithiſchen Stationen. Merkwürdigerweiſe ſchneidet dieſe älteſte menſchliche Kultur und Kunſt plötzlich ab; es beſteht in den Alpen kein Übergang, ſondern ein ſcharfer Gegenſatz zu der nun folgenden neolithiſchen Periode oder jüngeren Steinzeit, mit deren Beginn ein völliger Raſſen- und Bevölkerungswechſel ſich vollzogen haben muß. Dieſe Periode gehört bereits völlig der geologiſchen Gegenwart an, als das Klima dem heutigen ſehr angenähert war; während der paläolithiſche Menſch nur Mammut- und Rentierjäger war, kannte der Neolithiker ſchon die Haustierzucht und einen primitiven Ackerbau und verſtand es, die Werkzeuge zu glätten und zu ſchleifen und aus Ton Gefäße herzuſtellen. Auch dieſe Bevölkerung ſcheint nur ſelten in das Innere des Gebirges eingedrungen zu ſein; ihre wichtigſten Stationen lagen an den großen nördlichen Vorland- und Randſeen, wo ſie als Pfahlbauer halb zu Lande, halb auf dem Waſſer lebte, am Genfer-, Züricher- und Bodenſee, zu einer Zeit, als der Seeſpiegel ſchon bis auf den heutigen Stand geſunken war. Erſt aus der jüngſten Phaſe der Steinzeit, die mit der folgenden Kupferzeit aufs innigſte verknüpft iſt, und in der man bereits die Verwendung des Kupfers begonnen hatte, hat das Gebirge ſelbſt reichlichere Funde geliefert. Hierher gehören die Pfahlbauniederlaſſungen am Atter- und Mondſee im Salzkammergut und in die eigentliche Bronzezeit fallen auch noch mehrere in anſehnlicher Höhe gelegene Bergbaue auf Kupfer, namentlich der von Mitterberg am Fuß des Hochkönigs in 1500 m Höhe und der an der Kelchalpe bei Kitzbühel in 1900 m Höhe. Als dieſe Baue betrieben wurden, muß die Waldgrenze bereits ſo tief gereicht haben, als heute; auch in der Schweiz findet man mehrfach Bronzegeräte noch im

Bereich der Moränen des Daunstadiums, so daß die Bronzekultur in den Alpen jünger ist als dieses und schon unter den heutigen klimatischen Verhältnissen bestand. Die nächste Phase der prähistorischen Kultur bezeichnet man als die Hallstattzeit, so benannt nach dem berühmten Gräberfeld bei dem in etwa 1000 m betriebenen Salzbergwerk oberhalb Hallstatt; neben der noch herrschenden Bronze war damals das Eisen bereits bekannt. Herrschend wurde es in der nun folgenden La-Tène-Periode, die bereits zur historischen oder Römerzeit hinüberführt.

Die prähistorische Bevölkerung der Alpenländer war bereits eine recht bunte. Während die Paläolithiker einer sehr primitiven, völlig ausgestorbenen Urbevölkerung angehörten, und auch die Pfahlbauer in den Alpen noch nicht Indogermanen waren, beginnt mit der Bronzezeit ein neues Bevölkerungselement, das die Technik der Bronzeverarbeitung wahrscheinlich vom Orient übernommen hatte. In den Alpen dürften die Italiker die älteste indogermanische Bevölkerung gebildet haben, doch scheinen sie das Gebirge nur im Vorüberziehen gestreift zu haben. Ein dauerndes Element bildete die illyrische Gruppe, auf die sich viele Ortsnamen in den Alpen zurückführen lassen und denen vielleicht auch noch die Hallstatt-Kultur zugeschrieben werden muß, die nach anderen Forschern bereits den Kelten zugehört. Spezifisch keltisch ist die La-Tène-Periode; damals besiedelten Kelten den größten Teil der Alpen, in zahlreiche Stämme gegliedert, wie die Helvetier im Schweizer Alpenvorland, die Taurisker, Vindelizier, Karner und Noriker in den Ostalpen, die etwa um 400 v. Chr. aus ihren nördlicheren Wohnsitzen durch die Germanen von Norden her gedrängt gegen Süden aufbrachen und neue Wohnsitze suchend auch die Alpenländer besetzten. Gleichzeitig mit den Kelten bewohnten die nicht-indogermanischen und vielleicht den Etruskern verwandten Rhätier Teile der Westalpen; die in ihrer ethnographischen Zugehörigkeit noch rätselhaften Ligurer wurden aus einem einst weiter ausgedehnten Verbreitungsgebiet durch die Kelten auf die südlichsten, französischen und italienischen Alpengebiete beschränkt. Jedenfalls bildeten die Kelten die herrschende Bevölkerung der Alpenländer, als die Römer an deren Unterwerfung schritten. Nachdem sie bereits die Grenze Italiens bis in das Gebirge vorgeschoben und den ersten Einfall germanischer Völker, den Zimbern- und Teutonensturm, siegreich zurückgeschlagen hatten

(102 und 101 v. Chr.), begann Cäsar mit der Einverleibung der Helvetier in die Provinz Gallien die Eroberung; des Augustus Stiefsöhne Drusus und Tiberius vollendeten sie 15 v. Chr. Nun wurde Donau und Rhein die Nordgrenze des Römerreiches; in den neuen Provinzen Rhätien, Vindelizien und Noricum entstanden zahlreiche Militär- und Handelsstraßen, blühende Städte und befestigte Lagerplätze und durch eine rege Kolonisationstätigkeit in den ersten vier Jahrhunderten nach Christus wurde die Alpenbevölkerung mehr oder minder vollständig romanisiert, ja sogar bereits die ersten Keime der christlichen Lehre ihr eingepflanzt. Aber diese romanische Kultur ging in den Stürmen der Völkerwanderung zugrunde. Immer neue germanische Völkerfluten wälzten sich teils am nördlichen Alpenrande nach W oder O, teils durch das Gebirge nach Italien; die römischen Provinzen mußten aufgegeben, die romanische Bevölkerung, soweit sie dem gefürchteten Feinde nicht erlegen war, nach Italien zurückgezogen werden. Vier germanische Stämme teilten sich schließlich in den Besitz der Alpenländer. An ihrem Westrand, in Südfrankreich, Savoyen und der Westschweiz ließen sich die durch die Hunneneinfälle dezimierten Burgunder nieder, erlagen aber schon vor der Karolingerzeit der Romanisierung durch die Keltoromanen; in ähnlicher Weise gingen die Langobarden am Südfuß der Alpen namentlich seit der Annahme des katholischen Glaubens seit dem 7. Jahrhundert in den Italienern auf. Nur ganz vereinzelt haben sich ihre Reste in den deutschen Gemeinden am Südfuß des M. Rosa und im Vicentinischen erhalten. Nur die von der Berührung mit römischer Kultur lange Zeit bewahrt gebliebenen Stämme am Nordrand der Alpen haben ihr Volkstum bewahrt und sich noch weiter ausgebreitet: die Alemannen in der Nordschweiz und in Vorarlberg, die Bajuwaren in den nördlichen Ostalpen. Reste der keltoromanischen Alpenbevölkerung erhielten sich aber über die Zeiten der germanischen Einwanderung in vielen Teilen der Alpen noch lange Zeit. In großen Teilen von Vorarlberg, der Schweiz und Westtirols erinnern noch zahlreiche Namen mit deutlich romanischem Klang an die alte Bevölkerung, die in einzelnen Spuren bis in den Beginn der Neuzeit hereinreichte. Das Quellgebiet des Rheins und Inns in Graubündten ist noch heute von einer geschlossenen Masse von „Rhätoromanen" bewohnt, die sogar ein eigenes Schrifttum entwickelt haben, und ebenso erhielten sich in manchen Tälern der Dolomiten

Enneberg, Gröden, Fassa) die Ladiner, die allerdings bald teils unter den Italienern, teils unter den Deutschen aufgehen dürften.

Bald nach der endgültigen Niederlassung der germanischen Stämme begann ein neues Volkselement von Osten her einzudringen, die Slaven. Seit dem sechsten Jahrhundert dringen Karantanen und Slovenen in den großen nach O sich öffnenden Alpentälern aufwärts und besetzten in allerdings sehr schütterer Kolonisation den größten Teil der Ostalpen; Namen wie Windisch-Matrei, Windisch-Garsten, Pustertal, Feistritz u. v. a. geben uns eine Vorstellung von der Ausbreitung dieser slavischen Einwanderung, die allerdings auf einen weitaus kräftigeren Gegner stieß, die bajuwarische Kolonisation. Diese setzt schon im 7. Jahrhundert zur Zeit der bayrischen Herzöge aus dem Geschlecht der Agilolfinger ein und wurde von den fränkischen Königen weitergeführt, stets kräftig unterstützt von den geistlichen Hochsitzen zu Passau, Freising, Regensburg und Salzburg und den zahlreich im Lande gegründeten Klöstern. So ergoß sich ein starker Strom deutscher Einwanderer vorwiegend bajuwarischer Herkunft in die Alpentäler, besetzte zuerst die großen Talebenen, wo die Ortsnamen auf -ing die älteste Kolonisationsperiode anzeigen, drang dann nach Beendigung der Magyareneinfälle, von kleineren Grundherren geleitet, auch in die entlegeneren Täler ein, belebte alte Römerorte oder germanisierte slavische Gründungen, rodete und brannte den Wald nieder, wie die Namen auf -reut, -brand, -schlag u. a. andeuten. Das Ergebnis war, daß das Slaventum im Innern der Ostalpen im Laufe des Mittelalters verschwand und sich nur am Ostrand, in Südsteiermark, Südkärnten und Krain erhielt, wo die deutsche Kolonisation überhaupt schwach war und die Alpenslaven an eine geschlossene Volksmasse ihres Stammes in der Ebene sich anlehnen konnten.

Aus diesem kurzen geschichtlichen Überblick ergibt sich das heutige Bild der Nationalitätenverteilung in den Alpen; keines der heutigen Alpenvölker hat seinen Schwerpunkt im Gebirge, sie reichen aus dem Gebiet ihres geschlossenen und dichtesten Bestandes in die Alpen herein, so daß diese die verbindende und vermittelnde Rolle zwischen Norden und Süden, Westen und Osten spielen. Wir finden heute in den Alpen: 1. Franzosen in den französischen Alpen mit Ausnahme der Umgebung von Nizza, und in einige oberitalienische Täler herübergreifend, in der Westschweiz bis zu einer Linie, die ungefähr durch die Lage

der Städte Biel, Freiburg und Sitten im Wallis gegeben ist; 2. Italiener am ganzen Südabhang der Alpen und in der Umgebung von Nizza; 3. Rhätoromanen in den oben genannten Tälern der Ostschweiz und Südtirols; 4. Deutsche in der Nord- und Ostschweiz, wo sie an Franzosen, Italiener und Rhätoromanen grenzen, und dem größten Teil der Ostalpenländer, wo die deutsche Sprachgrenze mit ziemlicher Beharrlichkeit dem Zuge der Wasserscheiden folgend, zwischen Etsch und Noce südlich der Ortlergruppe verläuft, das Etschtal bei Salurn südlich von Bozen quert, dann der Scheide zwischen Eisack-Rienz und Avisio folgt und ungefähr längs der Kammlinie der Karnischen Alpen an die Drau und dieser folgend bis Marburg geht. Von den zahlreichen deutschen Sprachinseln sind die im Süden der Monte Rosa-Gruppe, einzelne Dörfer in Graubündten, die Sette und Tredici Communi in den Vicentinischen Alpen und die des Nonsbergs und Fersentals durch ihr Alter und die Eigenart ihrer Bewohner bemerkenswert. 5. Slaven, u. zwar Slovenen oder Wenden erfüllen den äußersten Südosten in Südkärnten, Südsteiermark und Krain; mit ihnen und Italienern stark vermischt sind 6. die Friauler oder Furlaner in den südlichen Tälern der Karnischen und Julischen Alpen, die aus romanisierten Karnern hervorgegangen sein sollen.

Nimmt man die gesamte Alpenbevölkerung zu rund 8½ Mill. an, so entfallen etwa je 3½ Mill. auf Deutsche und Romanen, über 1 Million auf die Slaven und Friauler. Naturgemäß wohnt diese Bevölkerung überall relativ dünn; allerdings haben einige Randgebiete, wie die industriereichen Kantone der Nordschweiz relative Bevölkerungszahlen von über 100 pro km²; die gesamte Schweiz hat eine mittlere Dichte von über 80; trotz der ausgedehnten unbewohnbaren Gebiete ist sie infolge der Tüchtigkeit der Bevölkerung und der leichten Zugänglichkeit ihrer Gebirgstäler das bestbesiedelte Alpenland. In den abgeschlossenen Alpenländern, wie Tirol, Kärnten, Salzburg, Wallis, Uri, Graubündten, und ebenso in den französischen Departements, wo Boden und Klima die Besiedelung erschwerten, erreicht die Dichte der Bevölkerung ihre tiefsten Werte: Tirol 30, Hautes Alpes 20, Graubündten 14, Pinzgau 12.

In diesen so verschiedenen Zahlen für die relative Bevölkerung kommt die kombinierte Wirkung einer ganzen Reihe von Faktoren zum Ausdruck; auch bei gleichem natürlichem Reich-

tum des Landes und gleicher Fruchtbarkeit des Bodens machen sich mitunter Stammesunterschiede oder verschiedene Veranlagung und Wirtschaftsformen der Bewohner geltend, derart, daß z. B. die alemannische Bevölkerung zumeist dichter wohnt als die bajuwarische, der Italiener genügsamer ist als der deutsche Bauer und daher die schweizerischen und italienischen Alpenländer eine größere Dichte aufweisen als die französischen und österreichischen. Dazu kommt die bereits erwähnte verschiedene Zugänglichkeit und Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Vorlandes, durch die neue Verkehrswege und Erwerbsarten auch im Gebirge geschaffen werden.

Trotz alledem ist der gesamten Alpenbevölkerung die Bevorzugung jener Beschäftigungsweise gemeinsam, die am engsten mit ihrer Heimat zusammenhängt und hier die bodenständigste ist, die Landwirtschaft. Sie bildet ja jenen Erwerbszweig, auf den eine Gebirgsbevölkerung in erster Linie angewiesen ist; dementsprechend leben (nach der österreichischen Statistik von 1900) von Land- und Forstwirtschaft in Niederösterreich 24, Vorarlberg 39, Salzburg 50, Oberösterreich 56, Steiermark 63, Kärnten 63, Tirol 64, Görz 70, Krain 73,5 % der berufstätigen Bevölkerung, auch in der Schweiz entfallen noch 39 % der Bevölkerung auf die landwirtschaftlichen Berufe, allerdings ungefähr ebensoviel auf die Industrie. Dasselbe Verhältnis kommt in den Zahlen für die einzelnen Kulturareale zum Ausdruck; sie zeigen aber auch, daß der Ackerbau umsomehr zurücktritt, je höher das Land liegt, und der Viehzucht Platz machen muß. Es entfallen nach den Ergebnissen der Katasterrevision von 1897 auf:

	Ackerland und Gärten (in %)	Wald	Wiesen	Almen und Hutweiden	Unproduktives Areal
Niederösterreich	47	34,2	11,5	3,6	3,7
Oberösterreich	37,1	34	18,5	2,5	7,9
Steiermark	21,3	48	11,9	11,8	7,0
Krain	16,7	44,4	17,3	17,1	4,7
Kärnten	14,1	44,1	10,2	22,3	9,4
Salzburg	9,5	32,4	8,3	34	15,9
Tirol	5,8	39	6,0	30	19,3
Vorarlberg	3,4	26	13,4	45,2	12
Görz	18,3	23	21,5	25,7	11,7
Schweiz (nach 1888)	16,5	18,5	17	19	28

Die für den Ackerbau in Betracht kommenden Feldfrüchte haben wir bei Besprechung ihrer Höhengrenzen bereits kennen gelernt. Trotz der relativ geringen Bevölkerung reicht aber die heimische Erzeugung nicht aus, so daß vielfach, namentlich in der Schweiz, wo das erbaute Getreide nur für 160 Tage des Jahres genügt, Mehl aus außeralpinen Gebieten bezogen werden muß. Für einige Gebiete kommt überdies der Anbau von Flachs und Hanf (namentlich im Ötztal) in Betracht, ist aber in der Schweiz im Rückgang begriffen. Von großer Bedeutung ist für viele Teile der Alpen der Weinbau. Er gibt den unteren Gehängen der Südalpen in Frankreich und Italien das charakteristische landschaftliche Gepräge, gedeiht in vorzüglichen Qualitäten in der Westschweiz, namentlich in Wallis und Waadt, aber auch noch in Graubünden und Vorarlberg unter der günstigen Einwirkung des Föhns, ferner in Tessin und in Südtirol, wo er bereits in die Zeiten vor der römischen Besiedelung zurückreicht, und an den Gehängen der niederösterreichischen Alpen, wo er von den Römern im 3. Jahrh. n. Chr. eingeführt wurde, in Krain und Untersteiermark. In den österreichischen Alpenprovinzen haben nur Oberösterreich, Kärnten und Salzburg keinen Weinbau; hier ersetzt ihn ein gedeihender Obstbau, wie auch hier Apfel- und Birnenmost statt des Weins Volksgetränk geworden ist. In den Südalpen gestattet schließlich das milde Klima die Kultur der Edelkastanie, Olive und des Maulbeerbaumes, welch letztere allerdings in Südtirol in bedenklicher Abnahme begriffen ist.

Die wirtschaftliche Lage der ackerbautreibenden Bevölkerung ist gegenwärtig nicht überall eine günstige; auch in den Alpenländern macht der Zug in die Städte sich in einem fühlbaren Mangel an landwirtschaftlichen Arbeitern bemerkbar. Die Art des Betriebs ist vielfach noch recht veraltet; selbst Fruchtwechsel- und Dreifelderwirtschaft ist noch nicht allgemein eingebürgert. Anderseits zwingt rauhe und hohe Lage zur Egertenwirtschaft, wobei ein Feld durch mehrere Jahre brach liegen bleibt und nur als Wiese dient, um dann wieder ein oder zwei Jahre bestellt zu werden.

In sehr verschiedener Weise wird das Grasland verwertet. Auf steilen, oft schwer nahbaren und für das Vieh kaum zugänglichen Hängen liegt die Region der Hochmähder, meist über der Waldgrenze, wo der Wildheuer das Gras im August oder

September mäht, das dann im Winter über den Schnee herabgeschafft, oft auch auf einfachen Seilzügen abgeseilt wird. In manchen Teilen der Südalpen fehlen die Hochmähder ganz, wohl infolge der zu tiefen Lage der ständigen Siedelungen. Auf den üppigen Wiesen der Talregionen wird die Wiesenwirtschaft mit zweimaligem Schnitt in gleicher Weise wie in der Niederung betrieben. Das Weideland liegt teils unten im Tal, teils in den größeren Höhen unter der Schneegrenze, wo man Schafe und Ziegen aufsichtslos weiden läßt auf Hängen, auf die sich keine Kuh hinwagt, vorwiegend aber in der Almen- und Sennhüttenregion, auf die das Vieh einer ganzen Gemeinde zu Beginn des Sommers getrieben wird; hier weidet es in den Sommermonaten das kurze, frische Gras ab, bleibt die ganze Almzeit im Freien, während der Senn oder „Halter" in der Sennhütte Wohnung findet und die Käse- und Butterbereitung besorgt, und wird zu Beginn des Herbstes wieder zu Tal getrieben. In reicheren Teilen bildet die Alm („Schwaige" in Österreich) ein ganzes Sommerdorf. In manchen Gebieten des Südens wird das Vieh schon im Mai auf die Casa oder Prealpe getrieben und bleibt hier im Stall bei Heufutter, um erst im Juni auf die eigentliche Alp geführt zu werden, wobei gleichfalls zuerst die untere „Malga", dann die obere bezogen wird; im Herbst steigt es in ähnlicher Weise wieder zur Casa herunter. In Deutschtirol kennt man zwar keine solche Voralpe, unterscheidet aber doch auch die Niederalm (auch „Aste") von der später befahrenen Hochalm oder dem oberen „Leger". So entwickelt sich im Gebirge ein eigenartiges Halbnomadenleben, dessen Anfang- und Schlußtage, Auffahrt und Heimfahrt, Festtage für Hirt und Herde sind.

Gewöhnlich dient die Alm dem Milchvieh oder als Ochsen-„halt", seltener, wie in Steiermark, der Schweinezucht, häufig aber der Schafzucht. Vielfach wandern im Winter Schafherden aus Tirol nach Italien, um Weide zu finden, anderseits werden den Sommer über Bergamasker Schafe nach dem Engadin oder bayrisches Kleinvieh nach Innertirol zur Weide getrieben.

Wo der Almwirtschaft entsprechende Fürsorge gewidmet wird, ist auch die Rinderzucht hervorragend; berühmte Rinderrassen bringen die Urkantone der Schweiz, ferner Glarus, Zug und Bern, das Allgäu und manche Teile Tirols hervor (1896 zählte man in der Schweiz 1,3 Millionen Stück Rindvieh, darunter

690 000 Kühe, 1890 in den österreichischen Alpen 3,1 Millionen Rinder); für die Schweiz bildet die Milch- und Käseproduktion einen wichtigen Exportzweig, während sie in Österreich zumeist nur dem heimischen Bedarf dient; überhaupt muß die Schweizer Almenwirtschaft als musterhaft und vorbildlich für die anderen Alpengebiete bezeichnet werden.[1]) Zersplitterung des Grundbesitzes und schlechter Zustand der Weiden läßt besonders in den italienischen Gebieten keine gedeihliche Entwicklung der Rinderzucht aufkommen.

Nicht unerwähnt mag noch die Bienenzucht in der Schweiz (1896: 250 000 Bienenstöcke) und Innerösterreich, die Seidenzucht in Tessin, Graubündten und Südtirol bleiben.

Die Forstwirtschaft steht in den einzelnen Alpenländern auf sehr verschieden hoher Stufe. In der Schweiz war der Wald infolge planloser Entwaldung in den früheren Jahrzehnten in raschem Rückgang, bis durch die Übernahme der Oberaufsicht durch den Bund eine Besserung eintrat. In Österreich stehen die schönsten Waldbestände auf ärarischem oder großgrundherrlichem Boden, während auf bäuerlichem Boden das zur Streugewinnung übliche „Schneiteln" der Bäume den Wald nicht nur verunstaltet, sondern auch seinen Ertrag schmälert. In den Südalpen ist überdies das Klima, namentlich die Art der Regenverteilung, der Waldkultur ungünstig. Der schönsten Waldbestände erfreuen sich die östlichen Alpenprovinzen Österreichs, wo Holz den wichtigsten Exportartikel bildet. —

Das an den Gehängen gefällte Holz wird dem Bache zum weiteren Transport bis zum nächsten „Holzrechen" oder der nächsten Sägemühle überlassen. Dabei hat oft der Flößer das Triften zu unterstützen, indem er steckengebliebene Stämme mit Hacken an langer Stange flottmacht, bisweilen auch am Seile in die Schlucht sich herabschweben läßt, um die gehemmten Stämme zu erreichen. Wo kein Wasser zum Transport benützt werden kann, müssen die Holzknechte, die gruppenweise im Walde ihr bescheidenes Blockhaus bewohnen, das Holz mühsam zur nächsten „Holzriese" schaffen, einer langen, oft von bedeutenden Höhen herabsteigenden Rutschbahn aus langen, glatten Stämmen, in der das aufgestapelte Holz bei feuchtem Wetter, am besten nach Herbstreif, hinabgelassen oder „ausgekehrt" wird. Ferner dient der Wald dem Köhler zur Gewinnung der Holzkohle, dem Pechschaber, einem allerdings verpönten Gewerbe, sobald es nicht vom Besitzer des Waldes selbst ausgeht, zur Gewinnung des Harzes und Bereitung des Terpentins. Wenig Wert wird auf die Jagd gelegt, die nur dem Vergnügen dient.

[1]) Vgl. u. a. den lesenswerten Artikel von R. Sieger über Almenforschung in den Mitt. des D. u. Ö. Alp. V. 1906.

Viehzucht und Forstwirtschaft geben Veranlassung zur Errichtung von vorübergehend bewohnten Siedelungen, den Alm- und Sennhütten, Heustadeln, den Holz- und Rindenhütten im Walde. Erst tiefer unten im Bereich des Ackerbaues treffen wir die ständigen menschlichen Ansiedelungen, sei es vereinzelt als Einzelhof, wo sich um das Wohnhaus Scheuer und Stall gruppieren, sei es mehrere Wohnstätten zu einem Weiler vereinigt oder zu stattlichen Dörfern und Märkten um einen Kirchturm angeordnet. Dabei besteht bei allen Verschiedenheiten in manchen Einzelheiten nur ein durchgreifender Gegensatz: der Unterschied zwischen den Steinbauten der Italiener und den sonst (auch bei Franzosen und Ladinen) herrschenden Holzbauten.

Das alpine Bauernhaus gehört dem von Bancalari[1]) sog. oberdeutschen Haustypus an und ist ein „Flurhallenhaus", d. h. es besteht aus drei Hauptbestandteilen, dem Flur oder der Eingangshalle, in der ursprünglich auch der Herd stand, der Stube und der Kammer, zu denen später noch die vom Flur abgetrennte Küche hinzukommt. Werden Wohnhaus, Stall und Scheuer unter einem Dache zusammengefaßt, so spricht man von einem „Einheitshaus", wobei aber die Eingänge zu diesen Räumen stets getrennt sind. Einen anderen Typus des Gehöftes bildet der fränkische Hof, bei dessen alpiner, namentlich im oberösterreichischen Vorland herrschender Varietät, dem Vierkant, Wohn- und Wirtschaftsgebäude zu einem geschlossenen Geviert mit fortlaufendem Dachfirst um einen rechteckigen Hof herum verbunden sind. Der häufigste Hoftypus ist jedoch der Haufenhof, bei dem die einzelnen Gebäude alleinstehend und unregelmäßig um das Wohnhaus gruppiert sind. So stehen sich im allgemeinen zwar Einheitshaus und Haufenhof gegenüber, doch sind die beiden Typen nicht immer scharf getrennt, indem dem letzteren oft einzelne Räume angegliedert werden, jenes oft selbständige Nebengebäude besitzt. Lokale Bedürfnisse oder solche der Zweckmäßigkeit verwischen häufig die reinen Formen. Das Einheitshaus herrscht in der Ostschweiz, in Vorarlberg und Tirol; speziell das Tiroler Haus hat ein flaches, steinbeschwertes Dach, meist quadratischen Grundriß und gedeckte Balkone oder Lauben auf drei Seiten, den Eingang zumeist der Straße zugewendet (vgl. Abb. 21); in der Schweiz und in Vorarlberg hat das Haus meist rechteckigen

[1]) Z. A. V. 1893.

Grundriß und den Eingang auf der Langseite. Im inner-österreichischen Gebiet herrscht der Haufenhof; das Wohnhaus besitzt ein Steildach mit Stroh-, Schindel- oder Bretterbedeckung, das häufig nach vorne an der Schmalseite als Halbwalmdach abgeschrägt ist. In Südtirol tritt infolge Strohmangels an dessen Stelle das flach geneigte Ziegeldach. Von diesen Typen der

Abb. 21. Bauernhof im Kaisertal bei Kufstein (Tirol).
Nach einer Photographie von Dr. A. E. Forster.

deutschen Gebiete, bei denen nur der Unterbau gemauert, das übrige aus Holz gezimmert ist, ist die italienische Siedelungsweise[1]) durchaus verschieden, wobei das Haus — es ist fast stets ein Einheitshaus — in der Regel bis zum Dachstuhl aus Stein gebaut ist und das Dach auf Holz- oder Steinpfeilern ruht, so daß die Luft ungehindert den ganzen Dachraum durchstreifen kann. Das deutsche Bauernhaus in den Alpen ist durchaus einstöckig mit dem Aufgang auf Freitreppen; beim italienischen Bauernhaus erinnert die häufige Mehrstöckigkeit bereits an städtische

[1]) Vgl. Reishauer, Z. A. V. 1904.

Siedelungen. Während der deutsche Alpenbewohner sein Haus durch Schnitzwerk, Bilder, Malereien, Erker und Türmchen zu verzieren liebt, zeigen die italienischen Alpenhäuser zumeist schmucklose Hausfronten, überhaupt oft genug ein recht verwahrlostes Aussehen, eine Folge der Übervölkerung, Güterteilung und Verarmung der Bevölkerung, die den männlichen Teil zu periodischer Auswanderung zwingt.

Der Alpenbauer bewohnt mit seiner Familie und dem Gesinde entweder einen Einzelhof, der von den zugehörigen Besitzbestandteilen, Feldern, Wiesen und Waldstreifen in unregelmäßiger Anordnung rings umgeben ist, oder es vereinigen sich zahlreiche Gehöfte zu einem Dorf, um dessen Wohnbereich die unter die einzelnen Besitzer verteilten Fluren oder „Gewanne" und der unverteilte Gemeindegrund, die „Allmende", in sog. Gemengelage sich anordnen. Dabei hat das Dorf zumeist die Gestalt des Haufendorfes mit unregelmäßiger Anordnung der Häuser und Fluren; besondere lokale Verhältnisse, namentlich die Ansiedelung in ziemlich engen Tälern, oder auch jüngere Kolonisation veranlaßte die Gründung von lang sich hinziehenden Straßen- oder Zeilendörfern. Im slavischen Gebiet findet man zumeist das slavische Rund- oder Ringdorf, bei dem die Häuser sich regelmäßig um einen zentral gelegenen freien Platz anordnen. Eine Zwischenform zwischen Einzelsiedelung und Dorf ist der Weiler, der meist aus der Teilung eines Hofgutes entstanden ist.

Im deutschen Gebiet hängt das Vorherrschen von Einzelsiedelungen oder Dörfern vorwiegend von der Art und Weise ab,[1]) in der ursprünglich die Aufteilung von Grund und Boden erfolgte; für diese aber wurden wieder die Art und Ursache der Besiedelung, die Bodengestaltung und die Produktionsverhältnisse maßgebend. Wurde das Land an Einzelkolonisten verteilt, so herrschte natürlich von Anfang an das Hofsystem vor, während dort, wo die Besiedelung von großen Grundherren geleitet wurde, zumeist Dörfer entstanden, um die Hörigen in einer gewissen Konzentration zu erhalten. Auch das Schutzbedürfnis, Verlegung des Getreidebaues und der Verkehrsstraßen in tiefere Regionen hat die Anlage von Dorfsiedelungen begünstigt. Mit Rücksicht auf die Bodengestaltung gewahrt man ein Vorherrschen des Dorfsystems in breiteren Talböden und auf den Sonnenseiten der Gehänge, die intensiveren Getreidebau ermöglichen, des Hof-

[1]) Vgl. Inama-Sternegg in Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien 1884.

systems auf Abhängen und Plateaus und namentlich an den auf Egertenwirtschaft angewiesenen Schattenseiten der Gehänge. Doch mögen auch nationale Verschiedenheiten mitspielen, nämlich die Vorliebe der Germanen zur Hof-, die der Romanen zur Dorfsiedelung. Tatsächlich ist im italienischen Gebiet der Einzelhof eine Seltenheit; die italienischen Siedelungen haben einen stadtartigen, geschlossenen Charakter und folgen gern dem Verlauf einer größeren Verkehrsstraße, wobei sich die Häuser so eng aneinander drängen, daß zwischen ihnen kaum Raum für kleine Gärten bleibt. In vielen Fällen gehen diese geschlossenen Siedelungen schon auf römische Gründungen zurück. Inmitten ansiedelungsloser Kultur gelegen geben diese Häuserkomplexe dem Landschaftsbild einen ganz anderen Charakter, als der freundliche Wechsel von Höfen und Kulturstreifen im deutschen Gebiet. Allerdings herrscht auch im ladinischen Südtirol das Hofsystem wieder vor; es hat also wohl auch hier zumeist die Art und Veranlassung der ursprünglichen Besiedelung bestimmend gewirkt.

Die Höhengrenzen der ständig bewohnten Siedelungen berührten wir bereits bei Betrachtung des Verlaufes der Getreidegrenze. Im allgemeinen stehen diese beiden Linien im innigsten Zusammenhang, da nur der Ackerbau ständiger Siedelungen bedarf; es verläuft die Siedelungsgrenze ein wenig (etwa 30—50 m) unterhalb der höchsten Felder und es hängt ihr Verlauf im einzelnen von denselben Faktoren, wie Massenerhebung, Gliederung, Unterschiede der Besonnung oder Exposition und der Bodenverhältnisse, ab, wie der der Getreidegrenze. Nur in seltenen Fällen, wie im Ötztal, Sulden- und Sellraintal, hat der Mensch noch an Orten ständige Siedelungen errichtet, die über der Grenze des Getreidebaues gelegen sind. Natürlich gehen Höfe in größere Höhen hinauf als Dörfer. In der Schweiz ist Finalen in 2075 m, in Tirol sind Gurgl (1904 m) (Abb. 22) und Vent (1892 m) die höchsten Ortschaften, der Eishof im Pfossental (2068 m) der höchste Hof.

Die Anlage von Siedelungen im Hochgebirge knüpft stets an bestimmte Terrainformen an.[1]) Breite Talböden und Becken werden wegen ihrer Neigung zur Versumpfung naturgemäß selten von größeren Siedelungen aufgesucht; mit Vorliebe liegen diese

[1]) Eingehend untersuchte diese Verhältnisse in den Tiroler Zentralalpentälern F. Löwl, Siedlungsarten in den Hochalpen, Forsch. z. deutschen Landes- und Volkskunde, II, 6, 1888.

auf den sanft geböschten, leichter entwässerbaren und sonnigeren Schuttkegeln von Wildbächen (im Valsertal entfallen auf sie 94 % der Gesamtsumme der Bewohner) und auf Schotter- oder Felsterrassen in geringer Höhe über dem Talboden. Solche herrschen u. a. im Pinzgau, im breiten Inntal und Etschtal vor. Auch auf steilen Gehängen, namentlich der Sonnenseite, sind Hofsiedelungen häufig, besonders wegen der Temperaturumkehrung im Winter. Im Pinzgau sind nach Schjerning von den vierzig größeren Orten 24 Schuttkegel-, 9 Becken- und Boden- und 7 Terrassensiedelungen.

Ähnlich wie im Hügelland und im Mittelgebirge gruppierten sich auch im Gebirge an die Gründung einer Herrenburg in gesicherter Lage, vielfach am Ausgang eines Hochtales in ein breiteres Haupttal, andere bäuerliche Siedelungen, die den Schutz der Burg aufsuchten; solche Burgorte sind an lebhafteren Verkehrsstraßen und dort, wo der Grundbesitz zumeist unter adlige Geschlechter bäuerlicher Herkunft verteilt war, wie in Graubündten, besonders häufig. Wo der Erwerb neben den auf die Landwirtschaft gegründeten Existenzbedingungen auf den lokalen oder Durchzugsverkehr, auf Bergbau oder Industrie sich stützen konnte, entstanden größere Siedlungszentren, die den Charakter der ländlichen Siedlungsweise immer mehr abstreifen und alle Übergänge zur städtischen Wohnart aufweisen, sich mitunter auch zu großen Städten entwickelt haben.

Gegenüber den bodenständigen und stabilen bäuerlichen Wohnorten, die von äußeren Einflüssen und Veränderungen wenig berührt werden, zeigen die durch Bergbau und Industrie ins Leben gerufenen Siedelungen der Alpen eine größere Veränderlichkeit und Abhängigkeit von den Verkehrsverhältnissen und der auswärtigen Konkurrenz. Der uralte und einst hochbedeutsame Bergsegen der Alpen ist heute nur mehr in wenigen Zentren und in wenigen Artikeln von Wichtigkeit. Am härtesten wurde von diesem Verfalle wohl die Gewinnung der Edelmetalle betroffen. In den Hohen Tauern, im Rauriser, Gasteiner und Mölltal, wo der Goldbergbau bis in Römerzeiten zurückgeht und im 15. und 16. Jahrhundert seine Blüte erreichte, ist er durch das Zusammenwirken zahlreicher Umstände, namentlich durch die Erschöpfung der leicht zu betreibenden Gruben, die hohen Betriebskosten, die ungünstigen Verkehrsverhältnisse, die hohen finanziellen Anforderungen an neue Unternehmungen und die Kon-

Abb. 22. Gurgl gegen die Ötztaler Ferner.
Nach einer Photographie von Würthle & Sohn.

Abb. 23. San Martino di Castrozza.
Nach einer Photographie von B. Johannes.

kurrenz der ausländischen Betriebe, gänzlich zum Stillstand gelangt; auch der gegenwärtig im Vortrieb befindliche Tauerntunnel (s. u.) hat ihm keine neuen Quellen erschlossen. Auch im Zillertal bei Zell und im Pinzgau ist er längst erloschen. Das gleiche gilt von dem einst blühenden Silberbergbau in Schwaz im Unterinntal und von zahlreichen ehemaligen Stätten der Kupfer-, Zink- und Bleigewinnung; von einiger Bedeutung ist heute nur mehr der Kupferbergbau bei Mitterberg im Pongau, die Bleigewinnung in Bleiberg bei Villach und in Raibl in obertriadischen Kalken und Dolomiten und die Quecksilberbergwerke von Idria und St. Anna in Krain, die sich an Dislokationsspalten in der Trias knüpfen und nach den von Almaden in Spanien die bedeutendsten in Europa sind.

Von großer Wichtigkeit ist noch immer der Eisenerzreichtum der Ostalpen, der sich auf zwei Gebiete konzentriert: Obersteiermark und Kärnten. Der berühmteste Punkt ist der Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, wo die Gewinnung seit zwei Jahrtausenden ununterbrochen vor sich geht. Das hier zutage tretende, der Silurformation angehörende Hauptlager schwillt örtlich bis zu 125 m Mächtigkeit an und wird in Tagbau in mehreren, übereinander liegenden Etagen abgebaut. Von dieser Stätte der Erzgewinnung ging ehemals die besuchte Eisenstraße über Hieflau nach den Stätten der Verarbeitung im Mürz-, Enns-, Ybbs-, Steyr- und Kremstal, wo die sog. Eisenwurzen ein Gebiet reger Kleinindustrie für Sensen, Messer, Nägel usw. wurde, die zum Teil noch heute besteht. An ihre Stelle trat später die Großindustrie mit Hochöfen und Eisenwerken (Eisenerz, Vordernberg, Hieflau, Donawitz und Zeltweg), während heute bereits ein großer Teil der steirischen Erze an die Stellen mit Steinkohlegewinnung und besserer Verkehrsverhältnisse in den Sudetenländern geführt wird. Noch mehr gilt dies von den kärntnerischen Eisenerzbergbauen, deren wichtigste Lokalität Hüttenberg ist und wo die Eisenindustrie fast völlig aufgehört hat. Auch die moderne Konzentration der Industrie in wenigen großen Betrieben hat zum Untergang der zahlreichen kleinen Hammerwerke und Schmelzöfen geführt. Die Schweiz besitzt in den Alpen kein einziges Eisenerzvorkommen; hingegen produziert das Departement Isère sowohl Eisen- als Steinkohle.

Auch für die Kohlengewinnung kommen sonst nur die Ostalpenländer in Betracht, wenn es sich auch nur um die weniger

geschätzte Braunkohle handelt, deren Vorkommen sich an tertiäre Süßwasserbildungen knüpft. Wichtig sind namentlich die Vorkommnisse bei Häring im Unterinntal, Wolfsegg in Oberösterreich, Sagor in Krain, Trifail in Untersteiermark, Fohnsdorf, Knittelfeld, Köflach und Voitsberg in Mittelsteiermark, wo die Braunkohle auch der Eisenindustrie förderlich ist.

Gleichfalls uralten, nämlich prähistorischen Ursprungs ist die Salzgewinnung der Alpenländer. Das salzführende Gestein ist hier durchaus die Basis der Trias, die Werfener Schiefer; in Tirol ist Hall noch immer ein reger Bergbauort; ein zweites Gebiet liegt um Hallein, Berchtesgaden und Reichenhall, das erst 1815 durch die politische Grenze zerschnitten wurde, ein drittes das Salzkammergut in Obersteiermark und Oberösterreich mit Aussee, Hallstatt und Ischl, von wo einerseits die uralte, vielfach den Wasserweg benützende Salzstraße über Linz in das salzarme Böhmen, anderseits eine wichtige Handelsstraße nach Venedig führte. Rohrleitungen führen die Soole von Berchtesgaden in die Sudwerke nach Reichenhall, von Hallstatt nach Ebensee.

Folgende Tabelle enthält Angaben über die Menge der Bergbauproduktion in einigen österreichischen Alpenländern. Es produzierten 1903:

	Braunkohlen Mill. Ztr.	Proz. d. Gesamtprodukt. Österreichs	Eisenerze Mill. Ztr.	Proz. d. Gesamtprodukt.
Oberösterreich	4,06	1,8	—	—
Steiermark	25,0	11,3	9,73	56,7
Kärnten	1,0	0,5	0,28	1,6
Krain	2,5	1,1	0,008	0,1
Gesamte Alpenländer	34,0	15,4	10,2	59,0

	Salz Mill. Ztr.	Proz. der Gesamtprodukt.
Oberösterreich	0,87	31,3
Steiermark	0,23	8,3
Kärnten	—	—
Krain	—	—
Gesamte Alpenländer	1,82	50,6

An die Besprechung der Bergbaubetriebe möge noch die Erwähnung der vielfach lohnenden Steinbrüche angeschlossen werden. Die Marmorbrüche von Laas und Schlanders im Vintschgau und von Sterzing am Eisack sind in letzterer Zeit auch zu statuarischen Arbeiten herangezogen worden; weniger wertvoll,

aber weit verbreitet ist der rote Marmor vom Untersberg bei Salzburg; auch der Granit vom Lago Maggiore findet künstlerische Verwendung. Von Bausteinen kommen die eozänen Glarner Schiefer, der Bozener Porphyr u. a. in Betracht; eine recht blühende Zementindustrie ist in der Kufsteiner Gegend entstanden.

Wie aus dieser kurzen Übersicht hervorgeht, ist von den Bergbauprodukten der Alpen nur mehr die Gewinnung von Salz und Eisen für die Weltproduktion von Belang. Das an Bergbaubetrieben ärmste Alpenland ist die Schweiz; aber auch in den früher in dieser Beziehung gesegneteren Alpenländern besitzt der Bergbau angesichts der großen natürlichen Schwierigkeiten des Abbaues nicht mehr seine einstige Bedeutung, und viele einst blühende Bergbauorte mußten einen Ersatz für die verlorenen Grundlagen ihrer Existenz im Fremdenverkehr und in der Industrie suchen.

Obwohl die Alpen vorwiegend ein Gebiet der Erzeugung von Rohstoffen sind, so finden wir doch auch in ihnen uralte gewerbliche Betriebe zu Bedeutung gelangt und namentlich seitdem man mit der Ausnützung der enormen Wasserkräfte des Gebirges begonnen hat, dringt auch die großindustrielle Tätigkeit allmählich in die Alpentäler ein oder es wurden alte bodenständige Hausindustrien in Großbetriebe umgewandelt. Auch die völlige Veränderung der Verkehrsmittel und die Verschiebung der Verkehrswege hat große Umgestaltungen hervorgebracht. Die Verwertung der Naturprodukte an Ort und Stelle, wie die Eisenkleinindustrie, Flechtereien, Müllereien, Sägebetriebe, haben unter der modernen Entwicklung der Industrie eher gelitten, während z. B. die Strohhutindustrie in Krain heute in einem Nebeneinanderwirken von Fabrik- und Hausindustrie besteht. Andere Hausindustrien haben sich erhalten, wie die Spitzenklöppelei in Appenzell und im Berner Oberland, Stickerei in der Ostschweiz und Vorarlberg, Holzschnitzerei in Gröden und Ammergau, verschiedene kunstgewerbliche Beschäftigungen, wie die Verarbeitung von Halbedelsteinen, Intarsia- und Mosaikarbeiten in Südtirol, die, durch Fachschulen gefördert, heute der sog. Fremdenindustrie angehören. In der Ostschweiz und in Vorarlberg hat die Baumwollindustrie den Charakter einer Großindustrie angenommen, namentlich in St. Gallen, während die Lodenindustrie von Steiermark und Tirol, zumeist noch auf Kleinbetrieb beruhend, einen wichtigen Exportfaktor ausmacht. Vom italienischen und fran-

zösischen Vorland ist auch die Seidenindustrie ins Gebirge eingedrungen und hat in Como und Grenoble Stützpunkte gefunden.

Die Eisenindustrie der Ostalpen hat gleichfalls eine moderne Umgestaltung erfahren. Neben der noch teilweise erhaltenen Kleinindustrie der „Eisenwurzen" entstanden in Steyr Großbetriebe der Waffen- und Fahrradfabrikation, in Waidhofen a. d. Ybbs, Donawitz und Zeltweg großangelegte Stahlwerke; hingegen bezieht die Metallwarenindustrie von Berndorf in Niederösterreich ihr Rohmaterial aus dem Auslande. An den Bergbau knüpft die bereits erwähnte Zementfabrikation und als jüngste Schöpfung die Karbid- und Aluminiumfabrikation (Gurtnellen im Reußtal, Lend im Pongau) an; gleichfalls jungen Datums ist die Papierfabrikation aus Holzstoff in Österreich und Steiermark.

Hand in Hand mit den Veränderungen, die Bergbau und Industrie erfahren haben, mußten auch Verschiebungen der Bevölkerung und ihrer Berufstätigkeit geben. In manchen Gegenden mußte der Mensch zur ländlichen Arbeit zurückkehren; da aber viele auf rein agrarische Produktion angewiesene Gebiete bereits die Grenze der Bevölkerungszahl erreicht haben, die sie ernähren können, erfolgte ein Abströmen in die neu entstandenen Industriezentren im Gebirge, noch mehr aber im Vorlande, vielfach aber auch überseeische Auswanderung trotz der angeborenen Anhänglichkeit des Bergbewohners an seine Heimat. In anderen Gegenden ist periodische, entweder alljährlich wiederkehrende, oder jahrelang dauernde Auswanderung die Regel; eine altbekannte Erscheinung sind die als Hausierer wandernden Savoyarden, die tiroler Kunstsänger, die südtiroler Kaminfeger („Spazzacamini") in Italien oder die italienischen Straßen- und Bauarbeiter und Maurer, die heute in fast allen Ländern Europas zu treffen sind, oder schließlich die Zuckerbäcker des Engadin. Anderseits sind aber auch fremde Volkselemente in die neuen Industrieplätze gezogen worden, wo sie wegen besserer Eignung oder geringerer Lohnforderungen dem heimischen Arbeiter vorgezogen werden. Alles in allem finden wir somit ein Anwachsen der Bevölkerung in den Gebieten mit blühender Industrie oder gedeihendem Bergbau, Stagnation oder Wanderbewegung in den landwirtschaftlichen Gebieten, ja mitunter sogar, wie in den französischen Alpen, Abnahme der Bevölkerung.

Die Verschiebungen in den Erwerbs- und Produktionsverhältnissen der Alpenländer spiegeln sich schließlich auch in

den Veränderungen, die Verkehrswege und Verkehrsmittel in den Alpen erfahren haben. Im allgemeinen scheinen die Alpen dem Verkehr ein Hemmnis zu bereiten; so wie sich Klima und Pflanzenwelt zu beiden Seiten des Gebirges verschieden verhalten, so trennt es auch Vor- und Rückland und ermöglichte die gesonderte Entwicklung der beiden Länder. Anderseits aber veranlaßte gerade die große Verschiedenheit beider Gebiete das Bedürfnis ihrer Völker, über das Gebirge hinweg in Beziehungen zueinander zu treten, materielle und geistige Produkte auszutauschen. Unterstützt wurde dieses Verlangen durch die große Wegsamkeit des Gebirges sowohl in longitudinaler als in transversaler Richtung.

Die Hauptverkehrswege und die Richtungen, in denen man ins Gebirge einzudringen suchte, waren nicht zu allen Zeiten der Geschichte die gleichen. Während die Römer von Süden her aus der Poebene das Gebirge zu durchqueren suchten und daher für sie diejenigen natürlichen Verkehrswege weniger Bedeutung hatten, die in der Längsrichtung des Gebirges verlaufen, folgte gerade diesen die deutsche und die slavische Besiedelung, indem sie von Westen oder Osten im Gebirge vordrang. Als sich im spätern Mittelalter wieder ein regeres Bedürfnis nach einem Austausch zwischen Norden und Süden geltend machte und Italien zu einem Nebenland des deutschen Reiches wurde, suchte der Handelsverkehr sowie die Römerzüge der deutschen Könige wieder die alten Römerstraßen auf; auch der moderne Weltverkehr ist in den Alpen vorwiegend ein Durchzugsverkehr, der darnach trachtet, im Gebirge Durchgänge zwischen den Ketten oder günstige Übergänge über das Gebirge zu finden und sich daher auf verhältnismäßig wenige Linien konzentriert. Da der Verkehr fast stets den natürlichen Furchen der Täler folgt, hat er stets, um aus einem Tale in das andere zu gelangen, einen Paß zu überschreiten, der zwei Talgebiete trennt. Dabei gibt es unzählige Übergänge von der kleinsten Einschartung, die nur für den Fußgänger passierbar ist, bis zum tiefen Einschnitt, der auch den modernen Verkehrsmitteln den Übergang gestattet. Doch wird die Bezeichnung eines Gebirgspasses auf jene Öffnungen beschränkt, die in die Hintergehänge zweier entgegengesetzt gerichteter Täler eingesenkt sind und geschlossene Gipfelaufragungen voneinander trennen.

Nach ihrer Lage hat man zu unterscheiden zwischen Kammpässen, die über den Gebirgskamm hinwegführen und zu denen von beiden Seiten ein direkter Anstieg führt, und den Talpässen, die sich an Stellen von Talwasserscheiden in einer einheitlichen Tiefenlinie befinden und mit nur langsamem, oft unmerklichem Anstieg den Durchgang von einem Tal ins andere gestatten. Zu den ersteren gehört in den Alpen der Gotthard, Brenner, Semmering, Loibl u. v. a., zu den letzteren das Reschenscheideck, Toblacher Feld und der Schoberpaß. Öffnen sich hingegen zwei Täler in verschiedener Höhe gegeneinander, so hat man Pässe, die auf der einen Seite wallartig abwärts führen, auf der andern als Talpässe erscheinen und die man mit Penck als Stufenpässe bezeichnen kann. In den Alpen sind die Maloja, der Seefelder Paß und der Arlberg Beispiele hierfür. Auch viele Kammpässe zeigen diesen Unterschied einer Steilseite und eines sanfteren Abfalls, wie der Semmering, Predil oder Pyhrn. Die Paßhöhe ist gewöhnlich lang gestreckt ohne bedeutende Höhendifferenzen; man wandert längere Zeit ohne nennenswerten Anstieg bis zum höchsten Punkt dahin, um dann steiler abwärts zu steigen. Talwasserscheiden sind öfters versumpft und Gebiete unsicherer Entwässerung; zumeist trifft man auf Paßhöhen kleine Seen (s. o.).

Die Sprache der Alpenbewohner ist reich an Ausdrücken für Paßbezeichnungen, ohne daß damit stets besondere Paßformen benannt werden. Sogar Paß und Berg werden bisweilen identifiziert; viele Pässe führen den Namen Berg (Arlberg) oder auch Bichl (Hirschbichl, Prebichl) oder Höhe (Turacher Höhe); „Tauern" kommt sowohl als Gipfel-, wie als Paßbezeichnung vor. Enge Pässe heißen oft Lucke oder Törl, „Gschaid" und „Gatterl" in Obersteiermark erinnern an den Verlauf von Grenzen über Pässe. Vom romantischen Furca ist das südtiroler „Furggl" abgeleitet. In den östlichen Alpenländern ist „Scharte", in Tirol „Joch", in der Schweiz „Paß" die gewöhnliche Bezeichnung; im Französischen dient die Bezeichnung „Col" für die verschiedensten Arten von Pässen. Man versteht aber unter Paß auch jene Verkehrshindernisse, die keinen Übergang, sondern einen Durchgang darstellen, nämlich Engpässe in Talengen, die den Weg zum Anstieg zwingen. Sie haben der Besiedelung oft viel dauerndere Schranken gesetzt als Kammpässe. So ist die Talenge der Etsch bei Deutsch- und Welschmetz (Mezzo tedesco und M. lombardo) bis vor kurzem Sprachgrenze gewesen; Ober- und Unterengadin sind durch die Enge des Inns oberhalb Zernetz geschieden, die dem Vordringen der Römer ein Hindernis bot. Vielfach ist es erst der modernen Technik gelungen, durch derartige Klammen den Zugang zu den dahinter gelegenen Talböden zu gewinnen, während man sie früher auf dem Gehänge oder über benachbarte Jöcher (wie dies auf der Nordseite des Rottenmanner Tauern der Fall ist) zu umgehen suchte.

Die Wichtigkeit und Bedeutung eines Passes hängt also einerseits von seiner natürlichen Beschaffenheit, der relativen Höhe über der Talsohle, der Steilheit, der Gleichmäßigkeit oder Verschiedenheit der Anstiegseiten, anderseits von dem jeweils herrschenden Verkehrsmittel ab, indem der primitive Verkehr den kürzeren, wenn auch schwierigeren Weg aufsucht, der moderne

Straßen- oder Bahnverkehr den weniger hohen und steilen, aber breiteren Weg bevorzugt, wo sich die Anstiegslinie allmählich entwickeln kann; schließlich wechselt aber auch die Bedeutung eines Passes im Laufe der Geschichte. Ein auffälliges Beispiel hierfür bietet der Gotthardpaß, der den Römern unbekannt war und wo erst die Überwindung der Reußenge im Urserental durch die „stiebende Brücke" im dreizehnten Jahrhundert die Bedeutung des Passes erkennen ließ; doch mußte er bis ins 19. Jahrhundert, bis 1830, einer Straße entbehren, während die Gotthardlinie heute den kürzesten und frequentesten Übergang über die Alpen darstellt.

Nur dort, wo die gleichen Verkehrs- und Handelsbedürfnisse oder politischen Gründe sich erhalten haben, sind die heutigen Verkehrswege die gleichen wie die der Römer. Die ältesten Alpenstraßen der Römer führten über den Großen und Kleinen St. Bernhard und über den Mont Genèvre; später kam die Brennerstraße, die beiden rhätischen über den Splügen und Julierpaß, die beiden karnischen über die Plecken und über Pontafel-Tarvis, über den M. Cenis und den Simplon hinzu. Dabei ging man von offenen breiten Tälern aus, die von weitem schon als Tore in das Gebirge erschienen. Im Gegensatz zum Gotthard gewann die Splügenstraße bald dadurch eine hervorragende Bedeutung, daß die Römer die Talengen der Via mala umgehen konnten. Auch das Eisacktal oberhalb Bozen bot damals eine noch unzugängliche Schlucht, weshalb es über den Ritten am rechten und über das Gebirge bei Kastelrut am linken Eisackufer umgangen wurde. Auch die großen Längstalfluchten der Ostalpen mit ihren flachen Talwasserscheiden, wie das Pustertal mit dem Toblacherfeld, das Reschenscheideck, die Wagreiner Höhe und der Arlberg wurden frühzeitig von Verkehrswegen aufgesucht, desgleichen der Rottenmanner Tauern, der dem versumpften Weg durch das Murtal und über die Wagreiner Höhe vorgezogen wurde, und der Radstätter Tauern. Der moderne Verkehr hat vielfach andere Wege eingeschlagen. In vielen Fällen, wo die alte Straße den Höhenweg auf Terrassen und Felsleisten wählte, teils um gefährliche Engen zu vermeiden, wie im Salzachtal zwischen Lend und Schwarzach, oder um versumpften und öfter überschwemmten Talböden auszuweichen, wie im Unterinntal, ist er in die Talsohle herabgestiegen. Daher folgen die heutigen Eisenbahnlinien durchaus den großen ostalpinen Längstalfluchten,

überschritten bequeme Querpässe wie den Brenner und Semmering, und durchzogen Engtäler, die früher auf höher gelegenen Pässen umgangen wurden, wie das Gesäuse über den Sattel von Buchau oder das Koppental bei Aussee über den Pötschensattel. Schließlich bedeutet die Durchbohrung des Gebirgswalles in langen Tunnels, wobei man in Zugangstälern mit geeignetem Gefälle zu den Endpunkten des Tunnels emporsteigt, den letzten Abschnitt in der Entwicklung des alpinen Verkehrsnetzes, in dem wir uns heute noch befinden. Die verlassenen Hospize und Unterkunftshäuser auf den Höhen der kaum mehr benützten Paßstraßen bilden dann die Zeugen einer überwundenen Periode des Verkehrswesens.

Den Anfang in diesem letzten Abschnitte machte der Bau der Mont Cenisbahn in den Jahren 1857 bis 1871, die die Paßhöhe zur Seite liegen läßt und den Mont Fréjus in einem 12,2 km langen Tunnel durchbohrt. Ihm folgte die Gotthardbahn, die die alte Straße bereits in Göschenen verläßt, um durch einen Tunnel von 14,9 km Länge ins Tal des Tessin zu gelangen. Daran schloß sich in Österreich die Arlbergbahn, in der Schweiz die Albula- und Simplonlinie. Das österreichische Alpenbahnnetz wird seinen vorläufigen Ausbau durch die Eröffnung der Tauern-, Karawanken- und Wocheinerbahn erfahren, wobei keiner der alten Straßenzüge benützt wird, und in der Schweiz denkt man gegenwärtig bereits ernstlich an eine Splügenbahn zur Entlastung der Gotthardlinie.

Die folgende Tabelle enthält die wichtigsten Angaben über die größten Alpentunnels:

	Länge km	Höhe des Scheitels m
Semmeringtunnel .	1,43	899
M. Cenistunnel . .	12,23	1335
Gotthardtunnel . .	14,91	1154
Arlbergtunnel. . .	10,26	1311
Simplontunnel . .	19,7	705
Tauerntunnel . .	8,47	1172
Wocheinertunnel .	6,34	525
Bosrucktunnel . .	4,77	726
Karawankentunnel .	7,98	637

Wenn auch die Alpen für den Weltverkehr vorwiegend die Rolle eines Durchzugsgebietes spielen, so haben doch die modernen Betriebsmittel dazu beigetragen, die Beziehungen des Gebirges

zu seinem Vorlande inniger zu gestalten. Sie ermöglichen die bequemere Ausfuhr des Überschusses der Alpen an den Produkten der Viehzucht und Holzwirtschaft, der Erzeugnisse des alpenländischen Bergbaues und gewisser Zweige der Industrie, sie versehen die Alpenländer mit dem notwendigen, im Lande nicht mehr zu deckenden Bedarf an Lebensmitteln und den industriellen Produkten des Vorlandes. Sie bringen aber auch die Bevölkerung beider Gebiete in regeren Austausch und in engere geistige Berührung. Noch vor 200 Jahren standen die Bewohner der Niederung scheu den Wundern und der Großartigkeit der Alpenwelt gegenüber und die abenteuerlichsten Vorstellungen von den Schrecknissen des Hochgebirges lebten sogar in den Kreisen der Gelehrten. Schrittweise ist dann die Wissenschaft in das Gebirge eingedrungen, geführt durch die kühnen Pioniere der Alpenforschung, eines de Saussure, Forbes und Tyndall. Gerade die Alpen wurden den Naturwissenschaften immer wieder das Feld zu neuen Erfolgen und von ihnen sind immer neue Anregungen ausgegangen; so entstand die neue Lehre von der Tektonik der Gebirge, wie sie E. Sueß und A. Heim begründeten, und die Erkenntnis von den formengestaltenden Wirkungen der Eiszeit auf dem Boden der Alpen. Hand in Hand damit ging der gewaltige Aufschwung des alpinen Sports, gefördert durch die alpinen Vereinigungen,, vor allem durch den mächtigen „Deutschen und Österreichischen Alpenverein", der sich die Erschließung der deutschen Alpen nach allen Richtungen zu seiner vornehmen Aufgabe gesetzt hat.[1]) Von den großen Zufahrtsstraßen aus strahlt der von Jahr zu Jahr sich steigernde Fremdenverkehr zu den zahlreichen, heilkräftigen Bädern, in die abgeschiedensten Täler und zu den höchsten Gipfeln, hinterläßt dem Alpenbewohner riesige Geldsummen und macht ihn mit den Neuerungen des modernen Lebens bekannt. In manchen entlegenen Winkeln des Gebirges entstanden dadurch ganz neue Orte wie Madonna di Campiglio oder San Martino di Castrozza in Südtirol (Abb. 23). So verwischt sich zwar einigermaßen die Eigenart der Alpenbevölkerung, vielleicht geht auch manches von guter, alter Sitte verloren; im allgemeinen bedeutet der Fremdenverkehr doch auch die wirtschaftliche Erschließung des Gebirges und materiellen Aufschwung für viele, bisher verlassene und verarmte Gebiete.

[1]) Vgl. das vom D. u. Ö. A. V. herausgegebene Prachtwerk „Die Erschließung der Ostalpen" von Ed. Richter (3 Bände).

Tabelle der größeren Alpenseen.

Nach Peucker.

Name und Lage	Meereshöhe m	Flächeninhalt km²	Größte Tiefe m	Mittlere Tiefe m	Rauminhalt Mill. m³
Achensee (Nordtir. Kalka.)	929	7,34	133	71	520
Altausseer See (Salzkammergut)	709	2,09	52,8	34,6	72,4
Ammersee (Bayr. Alpenvorland)	534	46,2	78	37,6	1740
Annecy, Lac d' (Savoyen)	447	27	65	42	1120
Attersee (Salzkammergut)	465	46,7	170,6	84,2	3934
Baldeggersee (Schweiz. Alpenvorland)	463	5,0	66	—	—
Bodensee	395	538,5	252	90	48440
Brienzersee	566	29,3	261	176	5170
Caldonazzo, Lago di (Südtirol)	449	5,38	49	26	140
Chiemsee (Bayr. Alpenv.)	520	85	73	24,5	2090
Comersee (Oberitalien)	199	145	410	156	22500
Croce, Lago di Sta (Oberital.)	382	4,72	34	22,7	107
Egerisee (Schweiz)	725	7,00	85	—	—
Faakersee (Kärnten)	561	2,34	29,5	14,2	33,4
Fuschlsee (Salzkammergut)	661	2,66	67,3	37,4	99,5
Gardasee	65	370	346	135	49760
Genfersee	372	582	309	153	88920
Gmundnersee (Salzkammergut)	422	25,6	191	90	2302
Grundlsee (Salzkammergut)	709	4,1	63,8	33,2	137,5
Hallstättersee „	494	8,6	125,2	64,9	557
Hallwylersee (Schweiz. Alpenvorland)	452	10,4	47	—	—
Idrosee (Oberitalien)	368	10,9	122	—	—
Iseosee „	185	61,4	250	—	—
Kochelsee (Bayr. Alpen)	601	6,8	66	29	200
Königsee „	601	5,2	188	93	480
Langensee (Lago Maggiore, Oberitalien)	194	212	372	176	37260
Lowerzersee (Schweiz)	448	3,1	14	—	

Name und Lage	Meereshöhe m	Flächeninhalt km²	Größte Tiefe m	Mittlere Tiefe m	Rauminhalt Mill. m³
Luganersee (Schweiz u. Oberitalien)	266	50,5	288	—	—
Millstättersee (Kärnten)	580	13,3	140	92,7	1228
Molvenersee (Südtirol)	821	5,3	117	49,5	160
Mondsee (Salzkammergut)	479	14,2	68,5	56	510
Orta, Lago d' (Oberitalien)	290	18,2	143		
Ossiachersee (Kärnten)	494	10,6	46	19,1	200
Pfäffikonsee (Schweiz)	538	3,3	36	—	
Plansee (Nordtirol. Kalkalp.)	972	3,4	75	47	160
Sarnersee (Schweiz)	470	7,6	52		
Schliersee (Bayr. Alpen)	778	2,2	37	24,9	54,5
Sempachersee (Schweiz)	504	14,3	87	—	
Silsersee (Oberengadin)	1797	4,16	71		
Silvaplanasee (Oberengadin)	1791	2,65	77	—	
Staffelsee (Bayr. Alpen)	649	7,65	55	10,7	81,8
Starnbergersee (Bayrisches Alpenvorland)	586	56	114	52	2910
Tegernsee (Bayr. Alpen)	726	9,1	71	39,7	362
Thunersee (Schweiz)	560	48,1	217	155	6500
Vierwaldstättersee (Schweiz)	457	114	214	104	11820
Walchensee (Bayr. Alpen)	803	17,1	196	79,3	1360
Walensee (Schweiz)	423	24,2	151	105	2490
Wallersee (Salzburg)	504	7,5	23		
Weißensee (Kärnten)	918	6,6	97	33	222
Wocheinersee (Krain)	526	5,3	44,5	29,7	97,5
Wolfgangsee (Salzkammergut)	539	13,15	114	47,1	619
Wörthersee (Kärnten)	439	21,6	84	37	809
Heller- oder Irrsee (Salzkammergut)	555	5,47	32	15,3	55,1
Zellersee (Pinzgau)	750	4,7	69	37	174
Zugersee (Schweiz)	417	38,4	198	84	3210
Züchersee „	409	89,3	143	44	3900

Empfehlenswerte Literatur.

Im folgenden sind eine Anzahl von Werken genannt, die entweder eine Gesamtdarstellung des Gebirges geben oder ein Gebiet der Alpenkunde zusammenfassend behandeln. Auf besonders wichtige Erscheinungen der speziellen Literatur wird im Texte aufmerksam gemacht werden.

Anleitungen zu wissenschaftlichen Beobachtungen in den Alpen (herausgegeben vom D. u. Ö. Alpenverein 1878).

Diener, Bau und Bild der Ostalpen (aus „Bau und Bild Österreichs", Leipzig 1903; fast ausschließlich geologisch).

Fraas, Szenerie der Alpen (vorwiegend geologisch); Leipzig 1892.

Lendenfeld, die Alpen — die Hochgebirge der Alpen } treffliche populäre Schilderungen.

Penck und Brückner, die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901—1907.

Umlauft, die Alpen (Wien 1887; vielfach veraltet).

Zahlreiche, gemeinfaßliche Aufsätze zur Alpenkunde enthält namentlich die „Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins" (Z. A. V.).

Von Übersichtskarten seien genannt.

Haardt, Übersichtskarte der Alpenländer, 1 : 1 000 000.

Karte der Alpenländer aus Stieler's Handatlas, 1 : 925 000 (Schweiz und Ostalpen).

Noe, Geologische Übersichtskarte der Alpen 1 : 1 000 000.

Ravenstein's Übersichtskarte der Ostalpen 1 : 200 000 hypsometrisch).

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig.

Südafrika

Eine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde

von Prof. Dr. **Siegfried Passarge**

gr. 8. 350 S. mit mehr als 50 Abbildungen, zahlreichen Profilen und 33 Karten. Geschmackvoll brosch. M. 7.20, in Originalleinenbd. M. 8.—.

Gestützt auf jahrelange Studien und eigene Beobachtungen im Lande selbst gibt der Verfasser eine großzügige Gesamtdarstellung Südafrikas und seiner heutigen Verhältnisse. Nach einem Überblick über die Entdeckungsgeschichte des Landes schildert er dessen oro- und hydrographische Verhältnisse, Klima, geologischen Aufbau, Tier- und Pflanzenwelt usw. Wir erhalten ein anschauliches Bild von den natürlichen Landschaften, den wirtschaftlichen Grundlagen der einheimischen Bevölkerung, von ihrer heutigen Kultur, von den so interessanten vorgeschichtlichen Kulturen, sowie von den verschiedenen europäischen Kolonien. Besonders eingehend behandelt Verfasser dabei die Gebiete der Goldbergwerke und Diamantfelder. Für die Erschließung unserer Kolonien gibt er beachtenswerte Richtlinien und lehrt uns dieses eigenartige Land verstehen.

Nicht nur für den Gelehrten, sondern in erster Linie für den Praktiker, den Wirtschaftsgeographen und Nationalökonomen, den Kaufmann und Offizier, sowie den Kolonialpolitiker ist das Werk bestimmt. Insbesondere für jeden Gebildeten, der die Zukunft unseres Kolonialbesitzes mit Anteil verfolgt.

Aus dem Inhalt:

Südafrika, seine Abgrenzung und Weltstellung. — Die Entdeckungsgeschichte Südafrikas. — Die orographischen und hydrographischen Verhältnisse. — Die klimatischen Verhältnisse. — Die geologischen Formationen. — Übersicht über die geologische Geschichte Südafrikas. — Die Vegetationsverhältnisse. — Die Tierwelt. — Das Angolahochland. — Das Südwestafrikanische Hochland. — Das Burenhochland. — Das südafrikanische Küstenvorland. — Das Matabolehochland. — Das Nordrhodesische Hochland und die Südäquatoriale Wasserscheide. — Das Südafrikanische Becken (Kalahariregion). — Die Entstehung der Kalahari und das Problem der Klimaänderung in Südafrika. — Die Kulturbedingungen. — Kurzer Abriß der Geschichte Südafrikas. — Die Verbreitung der Rassen und Völker. — Körperliche und geistige Eigenschaften. — Die südafrikanischen Sprachen. — Allgemeiner Überblick über die Kulturverhältnisse Afrikas. — Der ursprüngliche Kulturbesitz der Eingeborenen Südafrikas. — Vorgeschichtliche Kulturen. — Die europäische Kultur. — Die portugiesischen und deutschen Kolonien. — Britisch Südafrika. — Die zukünftige Entwickelung Südafrikas.

Verlag von Quelle & Meyer
:: in Leipzig ::

Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Geheftet 1 Mark

Im Umfange von 130 bis 180 Seiten
Herausgegeben
von Privat-Dozent Dr. Paul Herre

Orig.-Bd. 1.25 Mark

Die Sammlung bringt aus der Feder unserer berufensten Gelehrten in anregender Darstellung und systematischer Vollständigkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung aus allen Wissensgebieten.

Sie will den Leser schnell und mühelos, ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen, in das Verständnis aktueller wissenschaftlicher Fragen einführen, ihn in ständiger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft halten und ihm so ermöglichen, seinen Bildungskreis zu erweitern, vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, sowie neue Anregungen für die berufliche Tätigkeit zu gewinnen.

Die Sammlung „Wissenschaft und Bildung" will nicht nur dem Laien eine belehrende und unterhaltende Lektüre, dem Fachmann eine bequeme Zusammenfassung, sondern auch dem Gelehrten ein geeignetes Orientierungsmittel sein, der gern zu einer gemeinverständlichen Darstellung greift, um sich in Kürze über ein seiner Forschung ferner liegendes Gebiet zu unterrichten.

Wertvolle Geschenkwerke:

Unsere religiösen Erzieher Eine Geschichte des Christentums in Lebensbildern. Von Professor Lic. Beß unter Mitwirkung von Baumgarten, Baur, Buddensieg, C. Clemen, O. Clemen, Deutsch, Dorner, Grünberg, Herrmann, Kirn, Kolde, Meinhold, Arnold Meyer, Preuschen, Wenck . Seite 16

Die bildende Kunst der Gegenwart Von Hofrat Prof. Dr. J. Strzygowski . . . . . Seite 19

Südafrika Eine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde. Von Prof. Dr. S. Passarge . . . . . Seite 20

Die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Elektrizität und ihre Anwendungen. Von Prof. Dr. A. Kalähne . Seite 22

usw. usw. usw.

Religion und Philosophie.

Die Klagemauer der Juden. Aus: Löhr, Volksleben im Lande der Bibel.

David und sein Zeitalter Von Prof. Dr. B. Baentsch 8. 176 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Der Verfasser stellt seinen Helden mitten hinein in die großen weltgeschichtlichen Zusammenhänge des alten Orients und legt die Bedingungen klar, die das Aufkommen des Davidschen Königtums ermöglichten. Davids Leben und Wirken aber tritt uns um so deutlicher in seiner ganzen religiösen und politischen, weit über seine Zeit hinausragenden Bedeutung entgegen.

Die babylonische Geisteskultur Von Prof. Dr. H. Winckler (vgl. Geschichte).

Die Poesie des Alten Testaments Von Prof. Dr. E. König 8. 164 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Unter vergleichender Heranziehung der arabischen und babylonischen Literatur wird hier die althebräische Dichtung nach Form und Inhalt an Hand zahlreicher Proben eingehend untersucht, psychologisch und ästhetisch analysiert und nach den Gesichtspunkten der allgemeinen Poetik dargestellt. Das mit feinem Empfinden geschriebene Buch wird vielen die Augen öffnen für die erhabene Schönheit alttestamentlicher Dichtung und zugleich eine Einführung sein in die Geisteskultur des alten Israel.

Christus Von Prof. Dr. O. Holtzmann 8. 152 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

„Mit einer wunderbaren Ruhe, Klarheit und Überzeugungskraft faßt H. die Stücke zu einem abgerundeten, einheitlichen Bilde zusammen, die für die Jesusforschung bedeutsam waren und als ihr Reinertrag bezeichnet werden können." K. Koch. (E. Bl. z. Pd. Ztg. 07.)

Aus dem Inhalt: Das Christentum in der Geschichte. — Volk und Heimat Jesu. — Quellen des Lebens Jesu. — Glaubwürdigkeit der drei ersten Evangelisten. — Geschichte Jesu. — Das Evangelium Jesu. — Der Sünderheiland. — Die Glaubenstatsachen des Lebens Jesu. — Erlöser, Versöhner, Messias.

Volksleben im Lande der Bibel Von Prof. Dr. M. Löhr 8. 138 S. mit zahlr. Städte- und Landschaftsbildern. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

„. . . Verfasser gibt auf Grund eigener Reisen und genauer Kenntnis der Literatur eine Charakteristik von Land und Leuten, schildert das häusliche Leben, die Stellung und das Leben des Weibes, das Landleben, das Geschäftsleben, das geistige Leben, und schließt mit einem Gang durch das moderne Jerusalem. Überall zieht er die Berichte der Bibel vergleichend heran, untersucht, was noch von alten Sitten erhalten ist und verfolgt die seitherige Entwickelung. Daneben wendet er seine Aufmerksamkeit auch den modernen Zuständen zu. Wer die Eigenart und Bedeutung des heiligen Landes kennen lernen will, wird gern zu diesem empfehlenswerten, flott geschriebenen Büchlein greifen." (Ev. Gemeindebote. 5. Jg.)

Am Tiberiassee. Die Quelle Hephapegon. Im Hintergrunde das Hospiz des P. Biener. Aus: Löhr, Volksleben im Lande der Bibel.

Schleiermacher, Buchschmuck von Bruno Héroux.
Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Die Weltanschauungen der Gegenwart in Gegensatz und Ausgleich Von Prof. Dr. C. Wenzig 8. 158 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Verfasser untersucht die Gegensätze der Erkenntnisrichtungen, weist sie als gleichberechtigte, sich ergänzende Methoden nach und gibt vom Standpunkte der modernen Auffassung eine Einführung in die philosophischen Probleme.

Aus dem Inhalt: Der Gedanke des Weltprinzips. — Die evolutionistische Theorie. — Ihre Überwindung. — Der Begriffsrealismus. — Der mathematische Realismus. — Die naturwissenschaftlichen Formen des Materialismus. — Der Psychologismus. — Ergebnisse.

Einführung in die Ästhetik der Gegenwart Von Prof. Dr. E. Neumann 8. 154 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Nach einer kurzen Einleitung in die Geschichte der Ästhetik entwickelt M. die verschiedenen in der Gegenwart vorherrschenden Gegensätze und Richtungen. Die Ansichten ihrer namhaftesten modernen Vertreter werden dargestellt und kritisch gewürdigt unter Ausscheidung der wertvollen und bleibenden Ansichten, die zur Lösung der schwebenden ästhetischen Fragen die Grundlage bilden.

Rousseau Von Prof. L. Geiger 8. 160 Seiten mit einem Porträt. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Wir verfolgen die wechselvollen Schicksale seines Lebens, überblicken im Zusammenhang sein Verhältnis zu den Frauen, zum Theater, zur Literatur, zur Musik 2c. und lernen die wichtigsten seiner Werke eingehend in ihrer weltgeschichtlichen Bedeutung kennen, so „Die Bekenntnisse", „Die Discours", „Die neue Heloise", den „Emil", den „Gesellschaftsvertrag" sowie seine späteren Schriften.

Geschichte • Geographie • Volkswirtschaft

Die babylonische Geisteskultur in ihren Beziehungen zur Kulturentwicklung der Menschheit Von Prof. Dr. H. Winckler 8. 156 S. Geh. 1 M., geb. 1.25 M.

Wir sehen, wie die babylonische Kultur im Mittelpunkte orientalischer Kulturentwicklung nach allen Seiten ausstrahlte und zur Bildung einer einheitlichen Weltanschauung und Wissenschaft beigetragen hat. Astronomie, Maße und Gewichte, Zeitrechnung, Mythologie und Mythus, Kult der Götter usw. werden geschildert und die Entwicklung der bibl. Religion in ihren Beziehungen zum Kulturleben des Orients dargelegt.

David und sein Zeitalter Von Prof. Dr. Baentsch. (vgl. Religion).

Mohammed und die Seinen Von Prof. Dr. H. Reckendorf 8. 158 S. Geh. 1 M. In Originalleinenbd. 1.25 M.

„R. gibt uns einen klaren Einblick in die Verhältnisse, unter denen sich die Begründung des Islam vollzog, läßt Mohammeds schicksalsreiches Leben an uns vorüberziehen, zeigt uns sein Wirken als Religionsstifter, Heerführer und Staatsmann und erschließt uns so das Verständnis für diese psychologisch merkwürdige Persönlichkeit."

(Schulbl. f. Hessen. 1907. Nr. 13.)

Eiszeit und Urgeschichte des Menschen Von Prof. Dr. J. Pohlig 8. 149 S. mit zahlr. Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Auf Grund der neuesten Ergebnisse der Wissenschaft erhält der Leser ein anschauliches Bild von den landschaftlichen Wirkungen des Eises, der Bildung der Flußtäler und Höhlen, dem Leben des Urmenschen, seiner tierischen und pflanzlichen Begleiter. Stets geht Pohlig aus von dem gegenwärtigen geologischen Bilde unserer Heimat, lehrt den Leser dieses zu beobachten und selbständig weiter zu forschen.

a b

a. Feuerstein-Messerklinge aus Magdalenium von La Madeleine.
b. Knochendolch aus der Kulnahöhle in Mähren.
Aus: Pohlig, Eiszeit und Urgeschichte des Menschen.

Die Alpen Von Priv.-Doz. Dr. F. Machaček 8. 160 S. mit zahlreichen Profilen und typischen Landschaftsbildern Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Ein Begleiter für die ständig wachsende Zahl der Alpenfreunde die sich nicht mit einem mehr oder minder gedankenlosen Herumreisen begnügen, sondern aus dem Geschauten auch Belehrung und Nutzen holen wollen. Es werden geschildert die Grenzen und Gliederung der Alpen, die geologische Entwicklungsgeschichte, die physikalischen Verhältnisse des Wassers (als Fluß, See, Gletscher 2c.) die klimatischen Verhältnisse, das Leben der Tier- und Pflanzenwelt, die prähistorischen Siedelungen, die spätere Kolonisation, die heutige Nationalitätenverteilung, die Siedlungsformen und Erwerbsverhältnisse der Bevölkerung.

Volksleben im Lande der Bibel Von Prof. Dr. M. Löhr (vgl. Religion).

Das Matterhorn. Aus: Machaček, Die Alpen.

Bismarck, Buchschmuck von Bruno Héroux.
Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Politik Von Prof. Dr. Fr. Stier-Somlo 8. 170 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Die Grundprobleme der für jede politische Bildung unentbehrlichen Staatslehre ziehen am Leser vorüber: Wesen und Zweck, Rechtfertigung und typischer Wandlungsprozeß des Staates; seine natürlichen und sittlichen Grundlagen mit Hinblick auf geographische Lage, Familie, Ehe, Frauenfrage und Völkerkunde. Staatsgebiet, Staatsvolk und Staatsgewalt mit ihrem reichen Inhalt, Staatsformen und Staatsverfassungen werden geprüft und gewertet. Monarchie und Volksvertretung, Parteiwesen und Imperialismus, kurz alle unsere Zeit bewegenden politischen Ideen kommen zur Sprache, um den Leser — unterstützt durch reiche Literaturangaben — anzuregen zu eigenem Denken über die Basis unseres politischen Lebens und ihm den Weg frei zu machen zu reifer Erkenntnis und besonnener Tat. „Eine Fundgrube von unentbehrlichen, allgemein-politischen Kenntnissen, die dadurch an Wert gewinnen, daß alle seine Darlegungen ebenso leichtverständlich gefaßt sind, wie sie wissenschaftlich tief begründet sind!"

Regierungsrat Professor Dr. A. Lotz (Preuß. Verwaltungsbl. Jg. 28 Nr. 41)

Die Deutsche Reichsverfassung Von Geh. Rat Prof. Dr. Ph. Zorn 8. 124 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Ein Grundriß des deutschen Reichsstaatsrechtes. Die deutsche Staatsentwicklung der Neuzeit wird unter vergleichender Heranziehung der Staatsentwicklung der anderen europäischen Kulturvölker behandelt und der Staatscharakter des Reiches sowie seine Organisation in Kaisertum, Bundesrat, Reichstag und Reichsbehörden dargestellt.

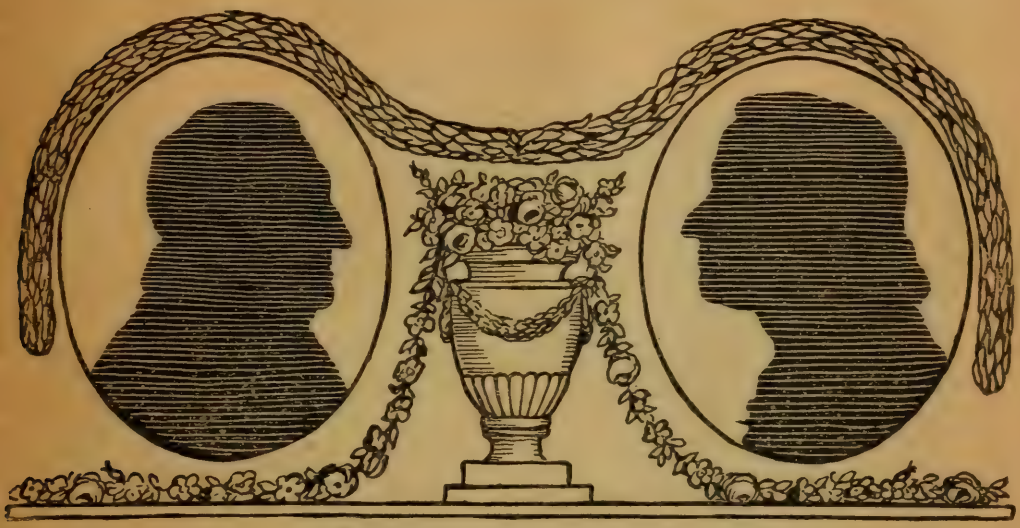
Die moderne Großstadt und ihre sozialen Probleme
Von Priv.-Doz. Dr. A. Weber 8. 154 Seiten Geh. 1 M.
In Originalleinenband 1.25 M.

Würdigt die Großstadt als kulturellen und sozialen Faktor, gibt ein Bild des großstädtischen Familienlebens und der Wohnungsverhältnisse, behandelt das großstädtische Verkehrsproblem, die städtische Armut und Armenfürsorge und schließt mit einem Kapitel über Volksbildung und Volksgeselligkeit. Licht und Schattenseiten der Großstadt werden in gleicher Weise aufgezeigt und Richtlinien für die Bekämpfung der letzteren gegeben.

Die Frauenbewegung in ihren modernen Problemen Von Helene Lange 8. 150 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Eine Einführung in den Gedankengehalt der Frauenbewegung aus der Feder einer ihrer berufensten und verdientesten Führerinnen. In zwei grundlegenden Kapiteln werden die wirtschaftlichen Momente einerseits, die geistigen andererseits in ihrer Bedeutung für die Frauenbewegung gegeneinder abgewogen. Darauf aufbauend werden die vier Hauptprobleme der Bewegung erörtert, die Frauenbildungsfrage, die Stellung der Frauenbewegung zu Familie und Ehe, der Konflikt: Beruf und Mutterschaft und schließlich die Frage der sozialen und politischen Stellung der Frau. Der Leser erhält so einen Überblick über den ganzen Komplex der Anschauungen, die sich in den praktischen Bestrebungen der Frauenbewegung durchsetzen wollen, sowie über den augenblicklichen Stand der Meinungen und Richtungen.

Hansen, Parlament in Wien.
Aus: Strzygowski, Die bildende Kunst der Gegenwart.



Schiller und Goethe, Buchschmuck von Bruno Héroux.
Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Sprache • Literatur • Kunst

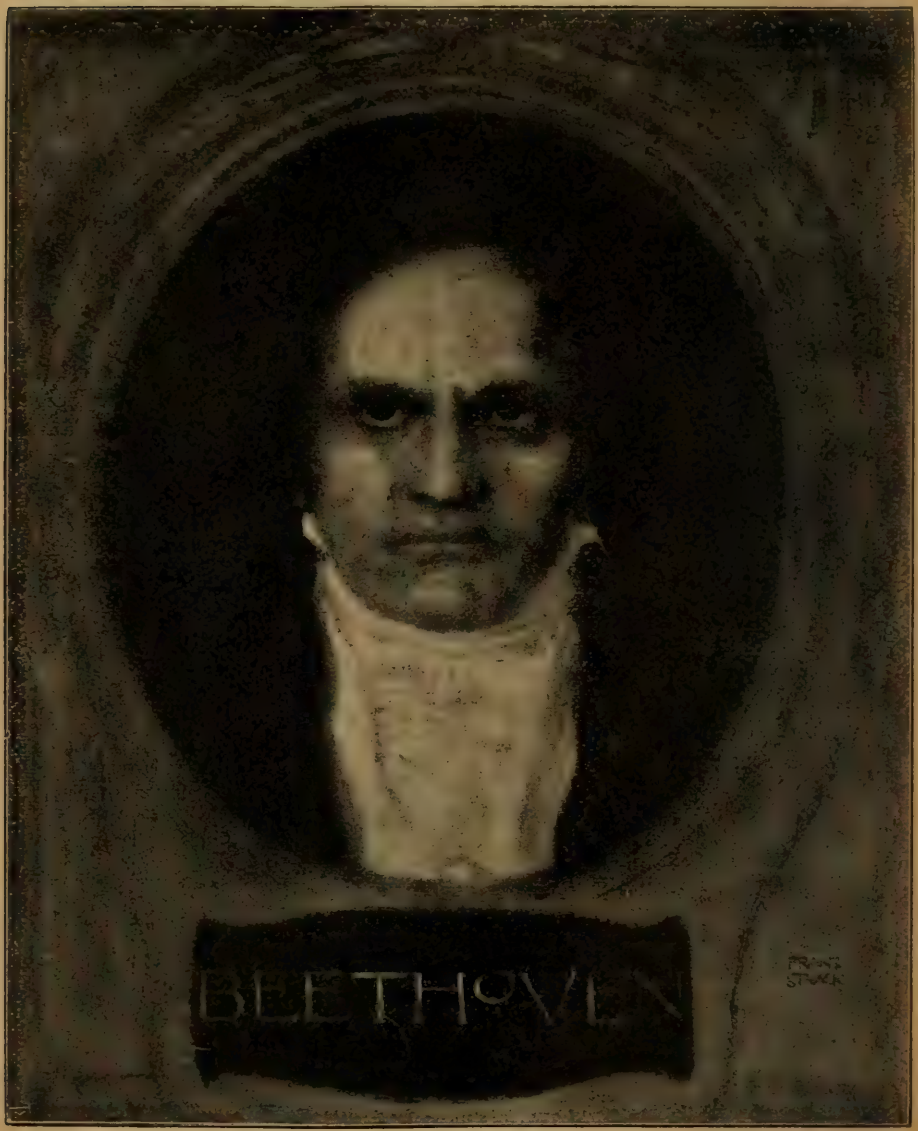
Unser Deutsch Einführung in die Muttersprache Von Geh. Rat Prof. Friedrich Kluge 8. 150 S. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

„. . . Professor Kluge in Freiburg, ein hervorragender Forscher auf dem Gebiete der deutschen Sprachwissenschaft, gibt uns in zehn Essays einen Überblick über die gesamte Entwicklung unserer Sprache und verwertet dabei die Ergebnisse seiner bahnbrechenden Forschungen über die deutschen Standes- und Berufssprachen .. Auch solche, welche ihren „Behagel" oder ihren „Weise" über die deutsche Sprache studiert haben, werden viel Neues darin finden." Bad. Schulztg. 2. 1907.

„In jedem der zehn Essays erkennen wir den hervorragenden Gelehrten, der hoch über der Sache steht, der überall aus dem vollen schöpft und mit vollendeter Darstellungskunst die Ergebnisse ernster wissenschaftlicher Forschung in einer Form bietet, die jedem Gebildeten die Lektüre des Buches zu einer Quelle des Genusses macht."
Südw. Schulbl. Nr. 2, 1907.

„Eine äußerst wertvolle Arbeit bietet Kluge. Da sprudelt lebendiges Wissen, wie es der wahren Bildung dient; alles systematische ist vermieden." Sächs. Schulztg. Nr. 8, 1906.

Inhalt: 1. Das Christentum und die deutsche Sprache. — 2. Sprachreinheit und Sprachreinigung. — 3. Die Grenzen der Sprachreinheit. — 4. Die Entstehung unserer Schriftsprache. — 5. Standes- und Berufssprachen. — 6. Geheimsprachen. — 7. Studentensprache. — 8. Seemannssprache. — 9. Weidmannssprache. — 10. Ein Reichsamt für deutsche Sprachwissenschaft.



Aus: H. von der Pfordten, Beethoven.

Der Sagenkreis der Nibelungen Von Prof. Dr. G. Holz 8. 132 S. Geh. 1 M. In Originalbd. 1.25 M.

Verfasser behandelt die über die ganze germanische Welt des Mittelalters, besonders über Deutschland und Skandinavien verbreiteten, vielbesungenen Erzählungen von Siegfrieds Heldentum und Tod, sowie von dem ruhmreichen Untergange des Burgundenvolkes durch die Hunnen. Entstehung und Weiterbildung der Sage werden geschildert, ein Einblick in die Quellen gewährt und die nordische wie germanische Überlieferung auf Form u. Inhalt untersucht. Durch Gegenüberstellung dieser verschiedenen Überlieferungen insbesondere in den Liedern der Edda und im Epos von „der nibelungen not" wird die Sage auf eine älteste Gestalt zurückgeführt und ihre geschichtlichmythische Grundlage gezeigt.

„Es ist ein Genuß, die beweiskräftigen und scharfsinnigen Ausführungen zu lesen." M. A. Lau. Schul-Museum, 4. Jg. Nr. 6.

Heinrich von Kleist Von Prof. Dr. H. Roetteken 8. 132 Seiten. Mit einem Porträt des Dichters. Geh. 1 M. Geb. 1.25 M.

Unter Verwertung der neuesten Forschungen gibt dies Buch eine kurze Biographie, besonders aber eine feinsinnige ästhetische und psychologische Analyse seiner Werke. Stets bildet Kleists Schaffen den Ausgangspunkt der Darstellung und in ihm sehen wir seine Lebensschicksale sich spiegeln. Als psychologisches Erlebnis tritt uns so seine Dichtung erst recht nahe und wir gewinnen ein anschauliches Bild des Menschen und Dichters.

Beethoven Von Prof. Dr. Herm. Freiherr von der Pfordten 8. 151 S. Mit einem Porträt des Künstlers von Prof. Stuck. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Ein Wegweiser zu Beethovens künstlerischer und menschlicher Größe möchte dieses kleine Werk sein. Es ist von einem geschrieben, dem es ernst ist mit der Kunst und der es verstanden, Beethovens titanische Größe zu ahnen. Deshalb sollte jeder zu dem Buche greifen, der von demselben Streben erfüllt ist. Er findet hier nicht nur eine Charakteristik dieser gewaltigen Persönlichkeit, sowie eine kurze Erzählung seines Lebens, sondern vor allem eine Einführung in seine Werke. Die Sonaten und die Kammermusik, die Symphonien, insbesondere die neunte, der Fidelio, die Missa Solemnis sowie die letzten Werke des Meisters finden eine eingehende Würdigung und Erklärung. Überall werden uns die Wege gewiesen, um in die Tiefe Beethoven'scher Musik einzudringen und den Menschen und Künstler in seinem innersten Wesen zu erfassen.

Naturwissenschaften • Technik

Gesundheitslehre

Der Kopf des bewaffneten Bandwurms. H Hals. s Saugnapf. h Hakenkranz. Aus: v. Graff, Das Schmarotzertum.

Das Schmarotzertum im Tierreich und seine Bedeutung für die Artbildung Von Prof. Dr. L. von Graff 8. 136 S. mit 24 Textfiguren Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

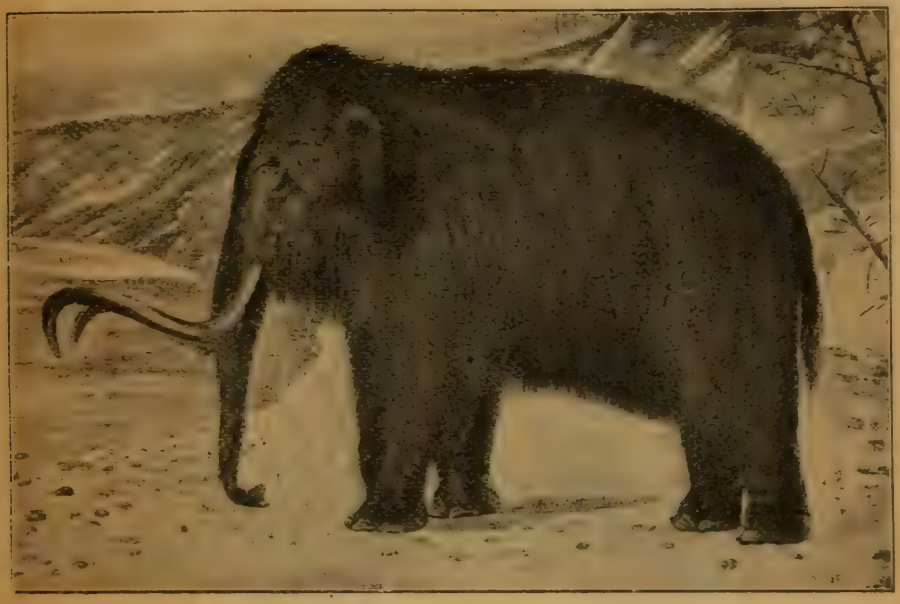
Sorgfältig ausgewählte —, reich illustrierte Beispiele geben die Grundlage für die allgemeinen Erörterungen über den Einfluß des Schmarotzertums auf den Parasiten in Form und Bau, in Fortpflanzungsverhältnissen, Wanderungen und Entwicklung, über die Entstehung der heutigen Formen des Parasitismus, sowie die ihm innewohnende Zweckmäßigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Parasiten des Menschen.

Befruchtung und Vererbung im Pflanzenreiche Von Prof. Dr. Giesenhagen 8. 136 S. m. 31 Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Die einzelnen Kapitel behandeln die ungeschlechtliche Fortpflanzung und die Übertragung erblicher Eigenschaften durch vegetative Zellen, den Befruchtungsvorgang sowohl bei den blütenlosen, wie den Blütenpflanzen. Der Bedeutung der Vererbung für die Entstehung neuer Formen ist ein besonderer Abschnitt gewidmet.

Empusa muscae.

A Eine vom Pilz getötete Stubenfliege von einem Hof abgeschleuderter Sporen umgeben. B Verschiedene Entwicklungsstadien der Sporen an den aus dem Fliegenleibe hervortretenden Pilzfäden (stark vergrößert). Aus: Giesenhagen, Befruchtung und Vererbung im Pflanzenreiche.



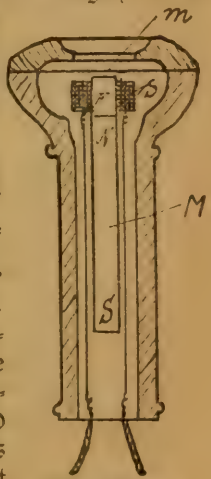
Das Mammut nach dem neuen Bereſowka-Kadaverfund.
Aus: Pohlig, Eiszeit und Urgeſchichte des Menſchen.

Die Bakterien und ihre Bedeutung im praktischen Leben Von Priv.-Doz. Dr. H. Miehe 8. 146 S. mit zahlr. Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

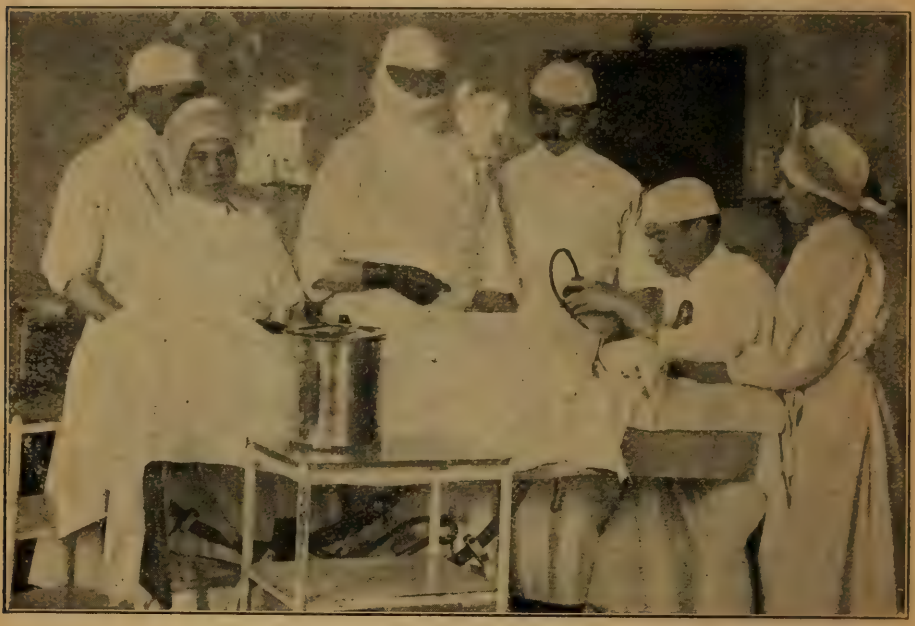
Ihre Formen, Lebens- und Ernährungsweiſe werden eingehend behandelt und in ihrer Bedeutung für den Menſchen betrachtet, ſowohl als Helfer in der Natur und in der Induſtrie, wie als Feinde durch Verderben der Nahrungsmittel, Krankheitserreger uſw. Ein Schlußkapitel zeigt die Mittel ihrer Bekämpfung.

Die Elektrizität als Licht- und Kraftquelle Von Priv.-Doz. Dr. P. Eversheim 8. 123 S. mit zahlr. Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Eine gemeinverſtändliche Einführung in die wichtigſten elektriſchen Einrichtungen und Vorgänge unter Erklärung ihrer wiſſenſchaftlichen Grundlagen. Es wird behandelt: Weſen, Wirkungen und praktiſche Anwendungen des elektriſchen Stromes bei den Induktionsvorgängen (Induktionsapparat und Dynamomaſchine), zur Kraftübertragung und Leuchtzwecken in der Schwachſtromtechnik (Telegraphie und Telephonie, ſowie Telegraphie ohne Draht) uſw.



Telephon-durchſchnitt.
Aus: Eversheim, Die Elektrizität.



Ausführung einer aseptischen Operation. Aus: Tillmanns, Mod. Chirurgie.

Einführung in die Elektrochemie Von Prof. Dr. Bermbach 8. 150 S. m. zahlr. Abb. Geh. 1 M. geb. 1.25 M.

Ein Überblick über die Grundbegriffe der modernen Elektrochemie und eine vorbereitende Einführung in das Studium umfangreicherer Werke. Die wichtigsten in der Elektrochemie oft vorkommenden Grundbegriffe und Grundgesetze werden besprochen.

Telegraphie und Telephonie Von Telegraph.-Dir. und Dozent F. Hamacher 8. 144 S. mit zahlr. Abbild. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

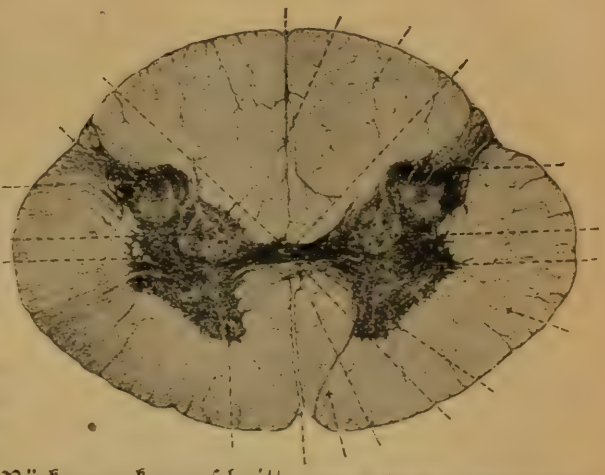
Dieser Leitfaden will ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen die zum Verständnis und zur Handhabung der wichtigsten technischen Einrichtungen auf dem Gebiete des elektrischen Nachrichtenwesens erforderlichen Kenntnisse vermitteln, insbesondere aber in den Betrieb des Reichstelegraphen- und Telephonwesens einführen.

Das Wetter und sein Einfluß auf das praktische Leben Von Prof. Dr. C. Kassner 8. 160 S. mit zahlr. Abb. und Karten. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Nach einer kurzen Geschichte der Wettervorhersage (der 100jährige Kalender etc.), erklärt der Verfasser eingehend die meteorologischen Grundlagen der modernen Wettervorhersage, sowie ihrer Organisation, und legt den Einfluß des Wetters auf Handel, Industrie, Verkehr usw. und auf den Menschen selbst dar.

Lebensfragen Der Stoffwechsel in der Natur Von Prof. Dr. F. B. Ahrens 8. 159 S. m. Abb. gh. 1 M. gb. 1.25 M.

Zeigt den Verbrauch der verschiedenen Bestandteile unseres Körpers und die Bestimmung der Nahrungsstoffe zum Ersatz und Unterhalt der Lebensfunktionen. Dabei werden unsere wichtigsten natürlichen und künstlichen Nahrungs- und Genußmittel auf ihren Nährwert und Bedeutung geprüft.



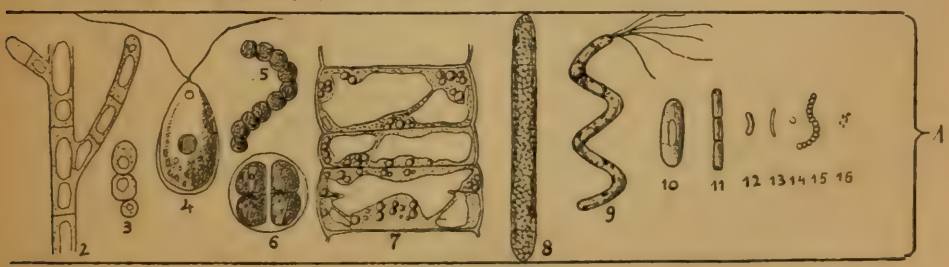
Rückenmarksquerschnitt. Aus: Schuster, Nervensystem.

Das Nervensystem und die Schädlichkeiten des täglichen Lebens Von Priv.-Doz. Dr. Schuster 8. ca. 138 S. mit zahlr. Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Dessen Bau, die verschiedenen nervösen Veranlagungen und Belastungen, sowie die wichtigsten Nervenkrankheiten und ihre Heilmethoden werden besprochen, insbesondere die Ernährungsfragen, die Einwirkungen von Alkohol, Tabak, Morphin, Kokain, die Gefahren der verschiedenen Berufsarten, die Folgen von körperlicher und geistiger Überanstrengung 2c.

Die moderne Chirurgie für gebildete Laien Von Geheimrat Prof. Dr. H. Tillmanns 8. 160 S. mit ca. 100 Abb. Geh. 1 M. In Originalleinenband 1.25 M.

Gewährt einen Einblick in die moderne chirurgische Wissenschaft, in die allgemeine Operations- und Verbandstechnik, in die Entstehung und Verhütung von Infektionskrankheiten usw., will Verletzten und Kranken ein zuverlässiger Berater sein, insbesondere auch mit Rücksicht auf die erste Hilfe bei Unfällen.



Verschiedene Mikroorganismen bei 500facher Vergrößerung in ein ebenfalls 500 mal vergrößertes Menschenhaar eingezeichnet. Aus: Miehe, Bakterien.

Paulus, Buchschmuck von Bruno Héroux.
Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Unsere religiösen Erzieher

Eine Geschichte des Christentums in Lebensbildern herausgegeben von Prof. Lic. **B. Bess**

2 Bände zu je 280 S. mit Buchschmuck von Bruno Héroux geschmackvoll broschiert je M. 3.80, in Originalleinenband je M. 4.60

Band I		Band II	
Vorwort	Prof. Lic. **B. Beß**	Luther	Geh. Rat Prof. Dr. **Th. Kolde**
Moses u. d. Proph.	Prof. D. **J. Meinhold**	Zwingli	Dekan D. **A. Baur**
Jesus	Prof. D. **Arnold Meyer**	Calvin	Prof. Lic. **B. Beß**
Paulus	Prof. Lic. Dr. **C. Clemen**	Spener	Pfarrer D. **P. Grünberg**
Origines	Prof. D. **E. Preuschen**	Schiller-Goethe	Konsist. Prof. Dr. **K. Sell**
Augustinus	Prof. D. **A. Dorner**	Schleiermacher	Geh. Rat Prof. Dr. **O. Kirn**
Bernh. v. Clairvaux	K. K. Prof. D. **S. Deutsch**	Bismarck	Prof. D. **O. Baumgarten**
Franz von Assisi	Prof. Dr. **K. Wenck**	Schlußwort	Prof. D. **W. Herrmann**
Heinrich Seuse (Suso)	Lic. Dr. **O. Clemen**		
Wiclif u. Hus	Schulrat D. Dr. **Buddensieg**		

Aus dem Vorwort

Was wir wollen Wir wollen eine Sammlung lose sich aneinander reihender Biographien der hervorragendsten Typen christlicher Frömmigkeit darbieten — eine Sammlung, die in ihrer Zusammenfassung ein Bild der Entwicklung des Christentums gibt, in ihren einzelnen Teilen aber den Blick schärfen soll für das in allen Wandlungen konstante Wesen jener Frömmigkeit. Wir wollen den religiösen Unterricht ergänzen und vertiefen, indem wir die großen religiösen Erzieher

der christlichen Menschheit von Moses bis Bismarck in ihrer zeitgeschichtlichen Besonderheit und zugleich in ihrer bleibenden Bedeutung für die Gegenwart vor Augen führen. Wir haben, im übrigen von verschiedener Richtung, den gleich strengen wissenschaftlichen Maßstab an unsere Arbeiten gelegt. Unter Verwertung aller bis heute zu Gebote stehenden Forschungen haben wir nicht darauf verzichtet, auch den zeitgeschichtlichen Hintergrund und den äußeren Lebenslauf der einzelnen Männer zu schildern. Aber immer war unser Augenmerk darauf gerichtet, die Persönlichkeit als solche herauszubringen, die Entwicklung ihres Innenlebens, ihre Stellung zu Gott, ihre Erfassung und Fortbildung des christlichen Gedankens zu verdeutlichen. Sind wir doch der Überzeugung, daß, um religiöse Erkenntnis anzuregen und religiöses Leben zu fördern, nichts so geeignet ist als die Berührung mit gleichgearteten machtvollen Persönlichkeiten.

Luther, Buchschmuck von Bruno Héroux. Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Die Religion ist das Persönlichste in uns. Wenn sie nichts Angelerntes, nichts Gewohnheitsmäßiges ist, dann hängt sie mit den ursprünglichsten Regungen unseres Bewußtseins zusammen, dann ist sie recht eigentlich der Ausdruck dessen, worin wir uns als selbständiges Individuum fühlen.

Und im Christentum hat dieser persönliche Charakter der Religion seine Vollendung erfahren. So hat sich auch eine Geschichte des Christentums vor allem mit den Persönlichkeiten zu befassen.

Die Aufgabe war dieselbe; aber die Methode mußte wechseln je nach dem Charakter der Zeiten, und das Resultat stellt sich verschieden dar je nach Art der Quellen, die uns überliefert sind.

Wir konnten nicht darauf verzichten, auch die Vorbereitung des Christentums durch die großen Propheten Israels in unseren Rahmen einzuschließen, und in die geschichtliche Reihe mußten wir auch den hineinstellen, der eigentlich über ihr steht und der Anfänger und Vollender unseres Glaubens mit Recht heißt.

Auch für den Entwurf seines Bildes konnten in erster Linie nur wissenschaftliche Maßstäbe in Betracht kommen, und es galt die echt menschliche Persönlichkeit herauszuschälen aus dem, womit der Glaube vergangener Zeiten sie umwoben hat.

Unsern Glauben zum Ausdruck zu bringen, war hier nicht der Ort. Denn gerade das wollten wir nicht, eine bestimmte Art der Glaubensüberzeugung unseren Lesern nahezulegen. Wir wollen nur anregen zu selbständiger Erwerbung solcher Überzeugung. Aber wir wollen auch jede Engherzigkeit fernhalten, indem wir ihren Blick richten auf die verschiedenartigen Ausprägungen des einen christlichen Geistes.

Das walte Gott! Der Herausgeber.

Der Sinn und Wert des Lebens für den Menschen der Gegenwart

Von Geheimrat Professor Dr. **R. Eucken** in Jena. ca. 160 Seiten. In Büttenumschlag ca. M. 2.20, in Originalleinenband ca. M. 2.80.

Die neue Schrift des großen Jenaer Philosophen wendet sich an die immer wachsende Schar derer, die nach Klarheit über die Grundfragen menschlichen Seins ringt. Sie stellt unser Leben in seinen verschiedensten Äußerungen in ein durchaus neues Licht, vermag so zu neuen positiven Ergebnissen zu gelangen und neue Richtlinien für eine sinngemäße Lebensführung aufzustellen.

Praktische Fragen des modernen Christentums

Fünf Vorträge von Priv.-Doz. D. Förster-Frankfurt a. M. • Pfarrer Jatho-Köln • Prof. Dr. Arnold Meyer-Zürich • Privatdozent Lic. Niebergall-Heidelberg • Pfarrer Lic. Traub-Dortmund. Herausgeg. von Professor Dr. H. Geffken-Köln. 8. 142 S. Brosch. M. 1.80, in Originalleinenband M. 2.20.

Dies Buch will allen denen Anregungen und Hilfe bieten, welche eine Weltanschauung gewinnen oder in sich festigen möchten, die von unbefangenem Wahrheitssinn getragen, Glauben und Wissen zu versöhnen sucht und sich daher gleichzeitig echt christlich und echt modern nennen darf. Da die Verfasser sich jeweils besonders eingehend mit der religiösen Erziehung unserer Jugend befassen, und hier aus ihrer reichen, praktischen Erfahrung heraus beherzigenswerte Ratschläge erteilen, wird dies Büchlein allen Eltern und Lehrern eine willkommene Einführung in diese zurzeit so im Vordergrunde des Interesses stehenden Fragen sein.

„Jeder Lehrer und jeder Geistliche müßte die Vorträge lesen und immer wieder lesen. Mögen diese Heroldsrufe die Verbreitung finden, die sie verdienen." Pfeifer, Leipz. Lehrerzeitung. 14. Jg. Nr. 43.

„Sämtliche Vorträge sind **hervorragende Zeugnisse** der kritisch klärenden und zugleich positiv bauenden Pionierarbeit moderner Theologen." Bithorn. („Die christliche Welt". Nr. 25. 1907.)

Aus dem Inhalt: Was halten wir von der Taufe (Traub) — Welche Bedeutung hat für uns das Abendmahl (Jatho) — Wie erziehen wir unsere Jugend zu wahrer Frömmigkeit (Arnold Meyer) — Konfirmationsnöte (Niebergall) — Was sind uns die kirchlichen Bekenntnisse (Förster).

Böcklin, Toteninsel.
Aus: Strzygowski, Die bildende Kunst der Gegenwart.

Die bildende Kunst der Gegenwart

von Josef Strzygowski, ord. Prof. a. d. Universität Graz. 300 Seiten mit 68 Abbildungen. In Büttenumschlag Geh. M. 4.—. In Originalleinenband M. 4.80.

„In seiner temperamentvollen, rasch und fest zupackenden Art hat Strzygowski eine Reihe von Erscheinungen herausgegriffen, an denen er charakteristische Züge der modernen Kunstbestrebungen klarlegen zu können glaubt. Berücksichtigt stand alle Zweige der bildenden Kunst: Architektur, Kunstgewerbe, Ornament, Bildhauerei, Griffelkunst, Malerei. . . . Es geht ein frischer, stark persönlicher Zug durch das Buch, eine sympathische, begeisterungsfähige Wärme, trotzdem der Verfasser über die gegenwärtigen Kunstzustände keineswegs optimistisch denkt."

Prof. Dr. Richard Streiter (Beilage der Allgemeine Zeitung No. 126, 1907).

„. . . Nach so vielen Dithyramben und Pamphleten ist es wahrhaft erfrischend, ein Buch über die moderne Kunst zu lesen, das wesentlich vom Standpunkte des Historikers aus geschrieben ist. Strzygowski kennt und liebt diese Kunst, er glaubt unerschütterlich an ihre Zukunft, und er bewundert aufrichtig die Energie und Selbstverleugnung, mit der sie ihren Zielen nachstrebt. Aber er hat auch einen scharfen Blick für das viele Ungesunde und Verkehrte, das überall im modernen Schaffen hervortritt. . . ."

Prof. Semrau in Breslau.

„Die künstlerische Erziehung ist so eingehend gewürdigt worden, daß schon dieses Kapitel genügen würde, die Blicke der Lehrerschaft auf das Werk zu richten."

(Pädag. Zeitung. 32. Jahrg. No. 9).

Der Tafelberg bei Kapstadt.

Südafrika

Eine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde
von Professor Dr. SIEGFRIED PASSARGE

gr. 8. 352 S. mit über 50 Abbild., zahlreichen Profilen und 33 Karten geschmackvoll broschiert M. 7.20, in Originalleinenband M. 8.—

Gestützt auf jahrelange Studien und eigene Beobachtungen im Lande selbst gibt der Verfasser eine großzügige Gesamtdarstellung Südafrikas und seiner heutigen Verhältnisse. Nach einem Überblick über die Entdeckungsgeschichte des Landes schildert er dessen oro- und hydro-graphischen Verhältnisse, Klima, geologischen Aufbau, Tier- und Pflanzenwelt usw. Wir erhalten ein anschauliches Bild von den natürlichen Landschaften, den wirtschaftlichen Grundlagen der einheimischen Bevölkerung, von ihrer heutigen Kultur, von den so interessanten vorgeschichtlichen Kulturen, sowie von den verschiedenen europäischen Kolonien. Besonders eingehend behandelt Verfasser dabei die Gebiete der Goldbergwerke und Diamantfelder. Für die Erschließung unserer Kolonien gibt er beachtenswerte Richtlinien und lehrt uns dieses eigenartige Land verstehen.

Nicht nur für den Gelehrten, sondern in erster Linie für den Praktiker, den Wirtschaftsgeographen u. National-

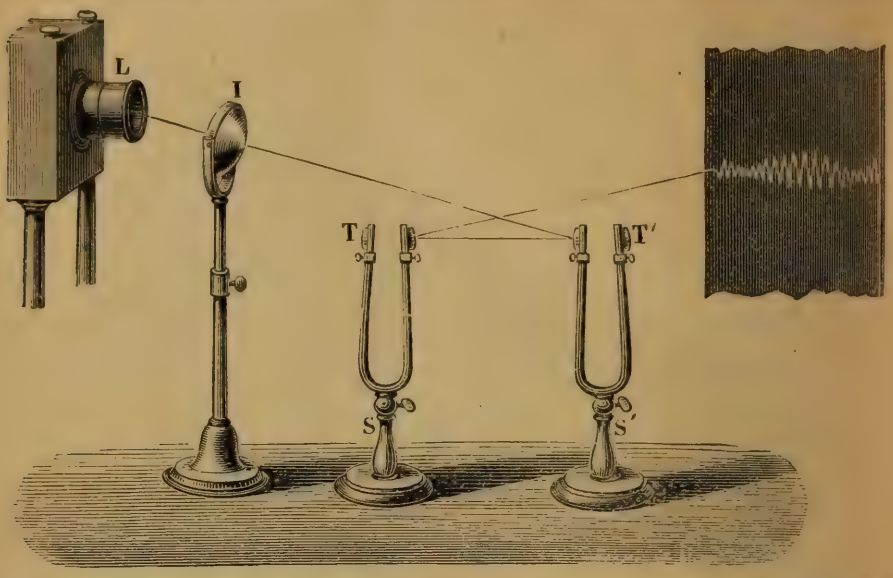
ökonomen, den Kaufmann und Offizier, sowie den Kolonialpolitiker ist das Werk bestimmt. Insbesondere aber für jeden Gebildeten, der die Zukunft unseres Kolonialbesitzes mit Anteil verfolgt.

Aus dem Inhalt:

Südafrika, seine Abgrenzung und Weltstellung. — Die Entdeckungsgeschichte Südafrikas. — Die orographischen und hydrographischen Verhältnisse. — Die klimatischen Verhältnisse. — Die geologischen Formationen. — Übersicht über die geologische Geschichte Südafrikas. — Die Vegetationsverhältnisse. — Die Tierwelt. — Das Angolahochland. — Das Südwestafrikanische Hochland. — Das Burenhochland. — Das südafrikanische Küstenvorland. — Das Matabelehochland. — Das Nordrhodesische Hochland und die Südäquatoriale Wasserscheide. — Das Südafrikanische Becken (Kalahariregion). — Die Entstehung der Kalahari und das Problem der Klimaänderung in Südafrika. — Die Kulturbedingungen. — Kurzer Abriß der Geschichte Südafrikas. — Die Verbreitung der Rassen und Völker. — Körperliche und geistige Eigenschaften. — Die südafrikanischen Sprachen. — Allgemeiner Überblick über die Kulturverhältnisse Afrikas. — Der ursprüngliche Kulturbesitz der Eingeborenen Südafrikas. — Vorgeschichtliche Kulturen. — Die europäische Kultur. — Die portugiesischen und deutschen Kolonien. — Britisch Südafrika. — Die zukünftige Entwickelung Südafrikas.

Sulufrauen

beim Mahlen des Hirsekorn. Auf dem großen Stein wird das Korn mit kleinerem Mahlstein gerieben und das Mehl in den Kalatassen aufbewahrt.



Anwendung der optischen Methode zur Untersuchung zusammengesetzter Schwingungen.
Aus: Starke, Einführung in das Wesen und die Bildung der Töne.

Die neueren Forschungen auf dem Gebiet der Elektrizität und ihre Anwendungen. Gemeinverständlich dargestellt von Prof. Dr. Kalähne. gr. 8. 326 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Brosch. M. 4.40. In Originalleinenband M. 5.20.

Ein knappes, allgemeinverständliches, keine mathematischen Kenntnisse voraussetzendes Handbuch der neuesten Forschungsergebnisse und Fortschritte der Elektrizitätslehre. Alle wichtigen Theorien der elektrischen und magnetischen Erscheinungen werden besprochen, insbesondere die Elektronentheorie, die elektrischen Schwingungen und Wellen, die Telegraphie ohne Draht nebst deren neuesten Fortschritten, die elektrischen Entladungen in Gasen, sowie die Erscheinungen der Radioaktivität usw.

Die moderne Physik. Ihre Entwicklung. Von L. Poincaré. Übertragen und mit Anmerkungen versehen von Privat-Dozent Dr. Brahn. 8. 284 S. Geh. M. 3.80 In Originalleinenband M. 4.40.

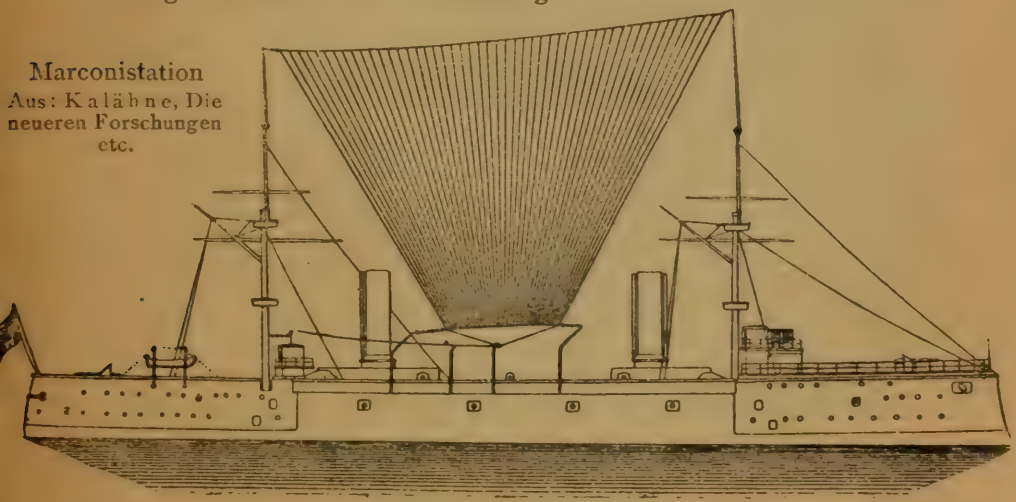
Das Buch gibt einen klaren und interessanten Überblick über die Entwicklung der modernen Physik in den letzten Jahrzehnten. Der bekannte französische Physiker faßt in Kürze die Arbeiten aller Kulturnationen zusammen und zeigt die großen Veränderungen, welchen alle Probleme in Inhalt und Auffassung in den letzten

Jahren unterworfen gewesen sind. Den in allerletzter Zeit in den Vordergrund getretenen Fragen werden umfangreiche Kapitel gewidmet, so der Ionentheorie, den Kathodenstrahlen, den radioaktiven Körpern, der Telegraphie ohne Draht, ganz besonders den Beziehungen zwischen Äther und Materie, die augenblicklich so stark diskutiert werden. Doch werden außerdem die theoretisch wichtigen Grenzgebiete von Chemie und Physik auseinandergesetzt, die sonst den Physikern weiter abliegen. Die historische und theoretisch-philosophische Behandlung der physikalischen Messungen und der Grundprinzipe bildet den glänzendsten Teil des Werkes. Der Stil ist einfach und klar, das Werk insbesondere für Naturforscher aus anderen Gebieten als der Physik und für Laien geschrieben.

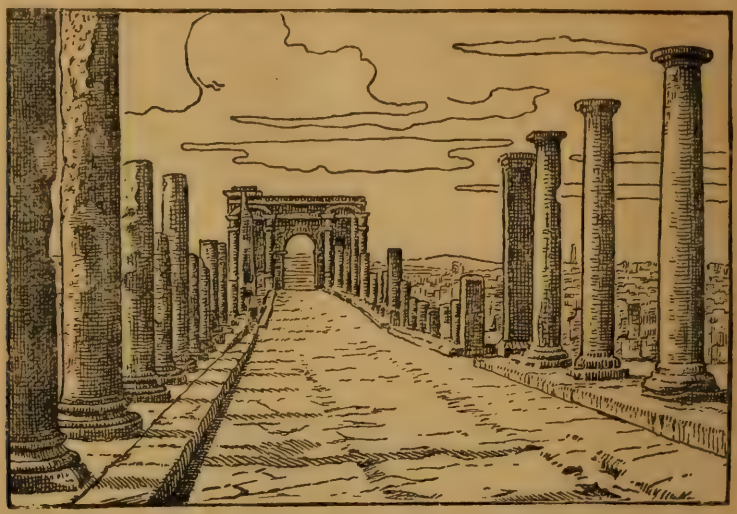
Einführung in das Wesen und die Bildung der Töne in der Instrumentalmusik und im Gesang

Von Prof. Dr. H. Starke. c. 224 S. Geh. M. 3.80, geb. M. 4.40.

Hier ist der Versuch gemacht, die naturwissenschaftliche und ästhetische Musiklehre einem allgemeineren Kreise zugänglich zu machen. Nach einer physikalischen Beschreibung der verschiedenen Schwingungsbewegungen, deren Fortpflanzung im Raume, sowie der Anwendung der Ergebnisse auf die akustischen Schwingungen und die Schallwellen, wird die musikalische Verwertung der Töne, ihre Vereinigung zu Akkorden und die Entwicklung der verschiedenen Tonleitern besprochen. Hierauf lernen wir die charakteristischen Eigenarten der musikalischen Klänge und ihre physiologische Begründung kennen. Die Saiten und Blaseinstrumente, die Instrumente mit unharmonischen Tönen, sowie die menschliche Stimme, insbesondere die Technik des Gesanges finden hier ihre Behandlung.



Marconistation
Aus: Kalähne, Die neueren Forschungen etc.



Aus: Knabe, Aus der antiken Geisterwelt.

Pädagogisches Archiv Monatsschrift für Erziehung und Unterricht Herausgegeben von Oberlehrer Dr. G. Frick in Halle a. S. 50. Jahrg. 36—40 Bg. Jahrespreis 12 M.

Das „Pädagogische Archiv", mit dem 50. Jahrgang wesentlich umgestaltet und erweitert, stellt sich auf den Boden der durch die jüngste Schulreform geschaffenen Zustände und will in innerer positiver Arbeit an ihrem Ausbau und ihrer rechten Durchführung arbeiten; so wird es namentlich für eine planmäßige Verknüpfung der einzelnen Unterrichtsfächer, für die Sichtung des jedesmaligen Lehrstoffes für die Pflege einer zielbewußten Methodik eintreten und zum Austausch pädagogischer und didaktischer Erfahrungen als dem wichtigsten Mittel für die Fortbildung des im praktischen Amte stehenden Lehrers anregen. Es unterhält enge Fühlung mit den Vertretern gelehrter Forschung, um die Ergebnisse ihrer Arbeit in schulwissenschaftliche Münzen umzuprägen und wird in regelmäßigen Berichten auch das ausländische Schulwesen zum Vergleich unserer heimischen Verhältnisse heranziehen. Gestützt auf die Mitarbeit führender pädagogischer wie wissenschaftlicher Autoritäten stellt es ein groß und vornehm angelegtes Fachorgan dar, das von hoher Warte aus die vielfachen Strömungen unseres höheren Schulwesens verfolgen und zu ihrer Klärung wie gründlichen Würdigung beitragen will.

Mitarbeiter des 50. Jahrgangs: Prof. Dr. **Paulsen**, Dir. Dr. **Neubauer**, Dir. Dr. **Knabe**, Prov.-Schulrat Prof. Dr. **Cauer**, Hofrat Prof. Dr. **Willmann**, Stadtrat Dr. **Ziehen**, Prof. Dr. **Dürr**, Geh. Rat Prof. Dr. **Eucken**, Prof. **Fr. Kuhlmann**, Dir. Prof. Dr. **Wychgram**, Dir. Prof. Dr. **Nath**, Dir. **Baltzer**, Prof. Dr. **Wendt**, Geh. Reg.-Rat Dr. **Heussner**, Hofrat Prof. Dr. **Strzygowski**, Prof. Dr. **R. Lehmann**, Hofrat Dir. Dr. **Thumser** usw.

Briefe Adolf Diesterwegs Im Auftrage des Vorstandes des Deutschen Schulmuseums mit Anmerkungen herausgeg. von Adolf Rebhuhn. 8. 160 S. m. 2 Faksimiletafeln. In Büttenumschl. 2 M., in Originalleinenbd. 2.60 M.

Diese sorgfältig ausgewählte Briefsammlung gibt nicht nur ein abgerundetes Bild von Diesterwegs eigenartiger Persönlichkeit, sondern sie gewährt auch einen Einblick in das hervorragende pädagogische und politische Wirken dieses um die gesamte Lehrerschaft verdienten und von ihr verehrten Mannes. Als ein Dokument deutscher Kultur aus der Zeit der Revolution und Reaktion wird das schön ausgestattete Buch bei der ganzen Lehrerschaft freundliche Aufnahme und größte Verbreitung finden.

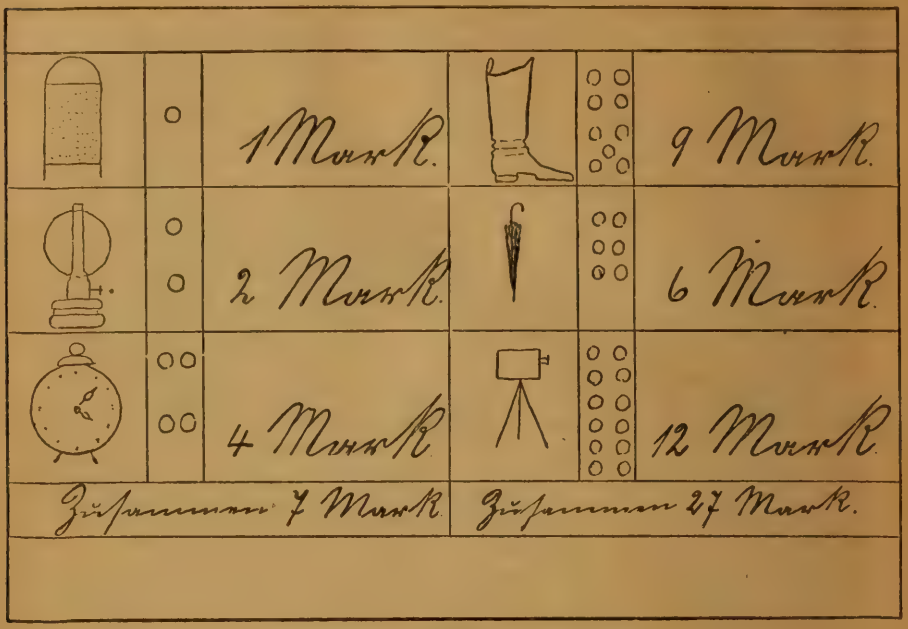
Die Lehre von der Aufmerksamkeit Von Prof. Dr. E. Dürr gr. 8. 203 S. Geh. 3.80 M. geb. 4.40 M.

Es sind die interessanten Fragen menschlichen Seelenlebens, geistige Produktion, Denk- und Willenstätigkeit, die der Verfasser hier in klarer, fesselnder Darstellung behandelt. Die gewonnenen Ergebnisse sind nicht nur wissenschaftlich wertvoll, sondern auch für das praktische Leben wichtig. Psychologen, Pädagogen und Philosophen werden sich in gleicher Weise mit dem Werke befassen müssen.

Einführung in die Pädagogik Von Prof. Dr. E. Dürr 8. c. 220 S. Geh. c. 3.80 M., in Originalleinenb. c. 4.40 M.

Dieses Werk will nicht nur ein historischer Überblick über die verschiedenen pädagogischen Richtungen sein, vielmehr wird hier vor allem das Wesen und die Aufgabe des Erziehungswerkes ohne jede dogmatische Voreingenommenheit bestimmt, die Methoden der Wertwissenschaft und der Psychologie, wie sie in der empirischen Forschung der letzten Jahrzehnte herausgebildet worden sind, zur Lösung einzelner pädagogischer Grundfragen herangezogen und gezeigt, auf welchen Fundamenten eine wissenschaftliche Pädagogik auf psychologischer Grundlage aufzubauen ist.

Jean Jacques Rousseau
Aus: Geiger, Rousseau



Aus: Gerlach, Schöne Rechenstunden.

Methodisches Handbuch zu Sprachübungen Von Dr. R. Michel und Dr. G. Stephan, Schulinspektoren gr. 8. 165 S. Geh. 2 M., geb. 2.40 M.

Stoffsammlung zu Sprachübungen Mit einem Anhang allgemeiner Stilregeln von Schulinspektor Dr. R. Michel. gr. 8°. 39 S. Broschiert —.20 M.

„Ein tüchtiges Buch, das, auf dem Boden der Erfahrung und wissenschaftlich begründeter Einsicht in die Forderungen des deutschen Unterrichts erwachsen und von warmer Freude an der Muttersprache genährt, sich für die Arbeit am deutschen Sprachgut der Schule als treffliches Hilfsmittel erweisen kann. . . . Es darf jedem Lehrer des Deutschen mit einem Nimm und lies! in die Hand gegeben werden. Auch Mitgliedern pädagogischer Seminare kann es zum Studium oder für mündliche und schriftliche Berichte empfohlen werden."

Geh. Reg.-Rat Dr. Jos. Buschmann. Monatsschr. f. höh. Schulen, 9. u. 10. H., 6. Jg.

„So bietet das Buch eine Fülle von Anregungen, und es ist der lebhafte Wunsch berechtigt, daß es in allen Schulen Eingang finden und — was die Hauptsache ist — eifrig benutzt werden möchte. Dann wird sicher der Unterricht in der deutschen Sprache durch bessere Erfolge belohnt werden, als es bis jetzt leider der Fall gewesen ist."

Allg. Deutsche Lehrerzeitung, 10. Nov. 57. Jahrg.

Anleitung zur Aufsatzbildung Lehrplan und Anschauungsbeispiele Von Schuldirektor Dr. A. Bargmann in Meißen gr. 8. 183 S. mit einem Abbildungsanhang. Geh. 2.60 M. In Originalleinenband 3.40 M.

Kein neuer Beitrag zu dem genügend behandelten „geschriebenen" Aufsatz des Deutschunterrichts. Hier werden in durchaus neuer Weise die Vorzüge der Aufsatzbildung als inneres Erlebnis der Kinderseele betrachtet und auf die biblische Geschichte, Bibelkunde, Profangeschichte, Naturgeschichte, Naturlehre, Erdkunde angewandt. So wird das Studium des Buches den Leser befähigen, den Zusammenhang der einzelnen Fächer und ihren Betrieb zu überschauen und eine Fülle von Anregungen für den Unterricht zu empfangen.

Anweisung zum Unterricht in der Himmelskunde und Klimakunde Lehrplan und Lektionen Von Schuldirektor Dr. A. Bargmann gr. 8. 208 S. mit über hundert Abbildungen und Musterformularen. Geh. 2.40 M. In Originalleinenband 3.— M.

Nach jahrelangen Erfahrungen im Unterricht zeigt der Verfasser in diesem aus der Praxis hervorgegangenen Buche, wie auch der Schüler der Volksschule an Hand eigener Beobachtungen und mit Hilfe ganz einfacher selbstgefertigter Werkzeuge den Himmel über seiner Heimat und das Klima seines Ortes beobachten lernt.

Aus dem Inhalt: Beobachtungen und Erfahrungen. — Lektionen des 6. Schuljahres: Gestalt der Erde, geographische Breite, Tag und Nacht und geographische Länge, Wärmequelle, Unterschied zwischen Tag und Nacht. Die Wende. Die Niederschläge. — Lektionen des 7. Schuljahres: Der Mond. Die Wandelsterne. — Lektionen des 8. Schuljahres usw.

Von schönen Rechenstunden Anregungen und Vorschläge für eine Reform des Rechenunterrichts von Lehrer A. Gerlach in Bremen 8. c. 150 S. Geh. c. 2.40 M. In Originalleinenband c. 2.80 M.

Falsche Zielsetzung sowie die herrschende Drillmethode im heute üblichen Rechenunterricht nehmen die Kräfte der Schüler in unverantwortlicher Weise in Anspruch und beeinträchtigen nach dem Urteil unserer berufensten Schulmänner die Resultate des Unterrichts. Im Gegensatz dazu läßt der bekannte Bremer Methodiker das Kind nur am besten ideenreichen, lebendigen Stoffe die für das Leben nötige technische Gewandtheit, sowie ein gutes Maß an Denkfähigkeit erwerben und weist neue Wege, die von innerer fröhlicher Teilnahme der Schüler zu „schönen Rechenstunden" führen.

Aus der Werkstatt der Schule Studien über den inneren Organismus der höheren Schulen Von Stadtrat Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. 8. 216 S. Geh. 4 M. In Originalleinenband 4.60 M.

Verfasser behandelt in diesen Aufsätzen jene zentralen Fragen der Unterrichtsmethoden, die einerseits die Richtung, andererseits die Erweiterung und Vertiefung der Lehrstoffe betreffen, und gibt aus reicher Erfahrung heraus die verschiedensten Anregungen für eine belebende und innerlich bildende Lehrweise.

„So dürfte die Lektion dieses Werkes jeden Pädagogen, der es ernst mit seinem Berufe nimmt, zum Nachdenken und Weiterarbeiten anregen und ihm wertvolle Fingerzeige für seinen Unterricht geben."

Bad. Schulztg. 1907, Nr. 35.

Aus der antiken Geisteswelt Ein Ergänzungsbuch für den Unterricht an Realanstalten von Dr. Karl Knabe, Direktor der Oberrealschule zu Marburg 124 S. In Originalleinenband 1.60 M. (Von dem Großh. Badischen Oberschulrat empfohlen)

„Solche Bücher können dazu dienen, den deutschen Unterricht auf seinem ästhetischen und philosophischen Gebiete und den historischen Unterricht kräftig zu unterstützen, auch können sie in der Richtung wirken, in welcher die Kunsterziehungstage Beschlüsse gefaßt haben."

Geh. Rat Prof. Dr. Ad. Matthias, Berlin, Intern. Wochenschr. I. Jg. 17. VIII.

„Und so wünschen wir von ganzem Herzen, daß das schöne, auch äußerlich würdig ausgestattete Buch bald zum eisernen Bestand aller Lehrer- und Schülerbibliotheken gehören und im Unterricht die weiteste Verwendung finden möge: eine nachhaltige Befruchtung und Belebung der verschiedensten Unterrichtsfächer wird der sichere Lohn sein."

Dr. Woldemar Schwarze, Zeitschrift für den Deutschen Unterricht. 21. Jahrg. 2. Heft.

Hausaufgaben und höhere Schulen Von Oberlehrer Karl Roller 8. 143 S. Geh. 2.80 M. In Originalleinenband 3.20 M. (Von dem Großh. Badischen Oberschulrat und dem Großh. Hessischen Ministerium empfohlen)

„Jedem, der die Hausaufgabenfrage in den höheren Schulen noch nicht selbst eingehend studiert hat, ist Rollers Buch bestens zu empfehlen, da es das Thema nach seinen verschiedenen Seiten behandelt."

Prof. Dr. Leo Burgerstein, Wien. Zeitschr. f. Schulgesundheitspflege 1907, Nr. 4, S. 26.

Lessings Laokoon In gekürzter Fassung herausgeg. von Dr. AUGUST SCHMARSOW, Geh. Rat, ord. Prof. a. d. Universität Leipzig. 8. Textausgabe: IV u. 66 S., brosch. M. —.40. Kommentar für die Hand des Lehrers: ca. 160 S., geh. M. 1.60.

Diese gekürzte Textausgabe will allen Lesern dienen, denen es darauf ankommt, den Gedankeninhalt der Schrift möglichst rein zu erfassen und dessen meisterhafte Darstellung frei von gelehrtem Beiwerk zu genießen. So dürfte dies Büchlein sowohl für die private Lektüre wie insbesondere für den Gebrauch in der Schule besonders geeignet sein.
Die Anmerkungen der Textausgabe beschränken sich auf das Unentbehrlichste, um dem „Kommentar" und den „Erläuterungen" für die Hand des Lehrers, die in einem eigenen Bändchen folgen, nicht vorzugreifen.

Zur Fortbildung der Schülerinnen der höheren Mädchenschule Von Schulrat Prof. Dr. GAUDIG, Direktor der städtischen Höheren Schule für Mädchen nebst Lehrerinnenseminar in Leipzig. 8°. 60 S. Geschmackvoll broschiert M. —.80.

„Einer der geistvollsten Mädchenschulpädagogen legt in diesem Aufsatz seine, von anderen wesentlich abweichenden Ansichten dar. Er ist Gegner des Lateinunterrichts für Mädchen, Befürworter eines der weiblichen Art angepaßten besonderen Bildungsganges." Neue Bahnen. 1906. Nr. 23.

Hygienelehrtafel für Schüler Der deutschen Jugend gewidmet vom Berliner Verein für Schulgesundheitspflege. 84×63 cm 50 Pf., 50 Exempl. à 40 Pf., 100 Exempl. à 30 Pf., 500 Exempl. à 25 Pf., 1000 Exempl. à 20 Pf. Aufziehen eines Exempl. 60 Pf.

Diese Tafel, die in ihrer sorgfältigen Ausstattung jedem Schulzimmer zum Schmucke dienen wird, führt den Schülern die wichtigsten Gesundheitsregeln in prägnanten, nach Form und Inhalt dem Verständnis der Kinder angepaßten Sätzen dauernd vor Augen. Neben Belehrungen allgemeinen Inhalts werden spezielle Verhaltungsmaßregeln über Ordnung, Reinlichkeit und Mäßigkeit gegeben, und fast alle brennenden Fragen der modernen Hygiene gestreift. Dem Lehrer und Schularzt werden auf diese Weise Anknüpfungspunkte geboten, um bei passender Gelegenheit die Kinder im weitesten Umfange über die betreffenden Fragen aufzuklären.

Schule und Haus. Von Oberlehrer E. BERG. gr. 8°. 36 S. Broschiert 80 Pf.

Eine Neubegrenzung der Rechte und Pflichten von Schule und Haus und ein Wegweiser für den lebendigen Verkehr zwischen Eltern und Lehrern.

Das Ehrgefühl und die Schule. Von Oberlehrer B. LIPPOLD. 8°. 50 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Eine Sichtung und Zusammenstellung der einschlägigen Fragen sowie Richtlinien ihrer Lösung für die Schule.

Die Bedeutung der Farbenblindheit. Von Prof. Dr. P. HOFFMANN. 8°. 32 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Ratschläge für die Untersuchung des Farbenempfindens der Kinder und für die dazu dienenden Hilfsmittel. Zahlreiche Beispiele.

Philosophische Propädeutik. Beiträge zu ihrer Behandlung in Prima. Von Prof. Dr. K. TROOST. gr. 8°. 42 S. Brosch. 80 Pf.

Anleitung zur Behandlung der wichtigsten philosophischen Fragen unter historischen Gesichtspunkten an den Oberklassen humanistischer Anstalten.

Künstlerische Heimatkunde von Hamburg und Umgebung. Von Oberlehrer Dr. R. MAACK. 8°. 48 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Ein Beitrag zur Belebung der heimatlichen Kunst und zur Übung des Geschmackes. Verfasser zeigt an den Beispielen der Stadt Hamburg, wie das Interesse der Jugend für die engere Heimat geweckt werden kann.

Das Schulkonzert. Ein Beitrag zur Frage der Kunsterziehung an Gymnasien. Von Dir. Dr. WEISWEILER. 8°. 48 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Erörtert die Bedeutung der Musik für die Schule, den erzieherischen Wert des Gesangunterrichtes, insbesondere des Schulkonzerts. Es ergeben sich daraus wichtige Folgerungen für die Gestaltung des Gesangunterrichtes und die Vorbildung ihrer Vertreter.

Unsere heutigen Lehrmittel besonders für die Naturwissenschaften, Kindermuseen, Schulgärten. Von Prof. Dr. M. DÖHLER. gr. 8°. 41 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

„Die Ausführungen des Verfassers ... verdienen zweifellos tatkräftige Beachtung, namentlich in Kreisen der Schulleiter und derjenigen Behörden, welche die nicht beträchtlichen Mittel zur Durchführung solcherPläne bereitzustellen haben werden." Naturwissensch.Wochenschr. Nr. 18. 1907.

Blütenbiologie der Heimat. Von Prof. Dr. H. FRANCK. 8°. 34 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Eine klare Darstellung einer grossen Anzahl charakteristischer Blütenformen und ihrer Fortpflanzung.

Praktische Schülerarbeiten in der Physik. Von Oberlehrer Dr. W. LEICK. 8°. 47 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Eine Darstellung von Zweck und Betrieb der physikalischen Schülerübungen und eine Zusammenstellung der wichtigsten Gesichtspunkte in zahlreichen Beispielen.

Physikalische Schülerübungen in den oberen Klassen. Von Oberl. Dr. W. KAISER. 8°. 47 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Diese Zusammenstellung erprobter, mit den einfachsten Mitteln auszuführender Übungen enthält Aufgaben aus allen Gebieten und von allen Grundformen.

Astronomie in der Schule. Von Prof. Dr. GNAU. 8°. 47 S. Geschmackvoll brosch. 80 Pf.

Verfasser zeigt, welche Stellung der Unterricht in der Astronomie, d. h. der sogenannten mathematischen Geographie zu den übrigen Fächern einnehmen sollte, erörtert die Frage nach den speziellen Erfolgen sowie den Formen und materiellen Zielen jener Disziplin und entwirft dementsprechend einen Lehrgang und Lehrplan.

Bestellzettel

Bei .....

Buchhandlung in .....

bestelle ich hiermit aus dem Verlage von
Quelle & Meyer in **Leipzig** [zur Ansicht]:

.....**Unsere religiösen Erzieher.** 2 Bände à M. 3.80 brosch., M. 4.60 geb.

.....**Praktische Fragen des modernen Christentums.** Brosch. M. 1.80, geb. M. 2.20.

.....**Eucken,** Sinn und Wert des Lebens. Brosch. c. M. 2.20, geb. M. 2.80.

.....**Strzygowski,** Die bildende Kunst der Gegenwart. Brosch. M. 4.—, geb. M. 4.80.

.....**Passarge,** Südafrika. Brosch. M. 7.20, geb. M. 8.—.

.....**Kalähne,** Elektrizität. Brosch. M. 4.40, geb. M. 5.20.

.....**Starke,** Wesen und Bildung der Töne. Brosch. M. 3.80, geb. M. 4.40.

.....**Poincaré,** Die moderne Physik. Brosch. M. 3.80, geb. M. 4.40.

.....Ferner .....

.....

.....

.....**Wissenschaft und Bildung.** Geh. M. 1.—, geb. M. 1.25.

.....

.....

.....

.....

Ort und Datum: Name:

LEASE DO NOT REMOVE
OR SLIPS FROM THIS POCKET

RSITY OF TORONTO LIBRARY

Wissenschaft und Bildung

Religion

r. K. Budde in Marburg a. L.
talter von Prof. Dr. B. Baentsch in Jena.
Dr. O. Holtzmann in Gießen.
r P Knopf in Marburg a. L.
el Prof. Dr. Löhr in Breslau.
Prof. Dr. Rich. M. Meyer
Buchhandlung in
n Prof. Dr. Schwarz in Halle.
bestelle ich hiermit aus de atdoz. Lic. Dr. Niebergall
Quelle & Meyer in Leipz

Unsere religiösen Erzieher. 2 gensatz und Ausgleich
M. 4.60 geb.
Praktische Fragen des modernen C . A. Dyroff in Bonn.
M. 1.80, geb. M. 2.20. n in Königsberg i. Pr.
Eucken, Sinn und Wert des Lebens.
geb. M. 2.80.
Strzygowski, Die bildende Kunst der Ge
M. 4.—, geb. M. 4.80. . Pohlig in Bonn.
Passarge, Südafrika. Brosch. M. 7.20, ge f. Dr. v. Luschan
Kalähne, Elektrizität. Brosch. M. 4.40, g f in Freiburg i. B.
Starke, Wesen und Bildung der Töne. von Privatdozent
geb. M. 4.40.
Poincaré, Die moderne Physik. Bros f Reisen von Prof.
M. 4.40.
ien.
Ferner
. • Musik
e von Geh. Rat Prof.
Bremer in Halle a. S.
Wissenschaft und Bildung. Geh . Sütterlin in Heidelberg.
. Dr. G. Holz in Leipzig.
Jordan in München.
tien in Hannover.
teken in Würzburg.
rts von Privatdozent Dr.
eben von Privatdozent Dr.

Ort und Datum:

oten in München.
r. Semrau in Breslau.
mod und Innendekoration von Prof. Dr.
M. Schmid in Aachen.

* Bisher erschienen.

GB
543
A4M3

Machatschek, Fritz
Die Alpen

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 11 05 02 09 004 8